

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1934-1935. — N° 254

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE
DE LA
SUEUR HUMAINE

(Travail du Laboratoire de Chimie biologique et médicale)

THÈSE POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ

Mention « PHARMACIE »

présentée et soutenue publiquement le Mardi 12 Mars 1935

PAR

Jean-Pierre-Sylvain COURAUD

Pharmacien
Licencié ès Sciences
Ancien Interne des Hôpitaux
Ex-préparateur de Chimie biologique
Lauréat de la Faculté (Médaille d'Or)
Né à TALENCE (Gironde), le 6 Juillet 1909.

Examineurs de la Thèse	{	MM. DELAUNAY, professeur	Président.
		CHELLE, professeur	Juges.
		LABAT, professeur	
		VITTE, agrégé	

BORDEAUX
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ
Y. CADORET, DELMAS, SUCCESEUR
8, Place Saint-Christoly

1935



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1934-1935. — N° 254

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE
DE LA

SUEUR HUMAINE

(Travail du Laboratoire de Chimie biologique et médicale)

THÈSE POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ

Mention « PHARMACIE »

présentée et soutenue publiquement le Mardi 12 Mars 1935

PAR

Jean-Pierre-Sylvain COURAUD

Pharmacien

Licencié ès Sciences

Ancien Interne des Hôpitaux

Ex-préparateur de Chimie biologique

Lauréat de la Faculté (Médaille d'Or)

Né à TALENCE (Gironde), le 6 Juillet 1909.



Examineurs de la Thèse

{	MM. DELAUNAY, professeur	Président.
	CHELLE, professeur	{
	LABAT, professeur	
	VITTE, agrégé	

BORDEAUX

IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Y. CADORET, DELMAS, SUCCESEUR

6, Place Saint-Christoly

1935

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN : M. MAURIAC.

ASSESEUR : M. LABAT.

DOYEN HONORAIRE : M. C. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. POUSSON, MOURE, W. DUBREUILH, RIVIÈRE, BARTHE, DENIGÈS,
BEILLE, CASSAËT, CHAVANNAZ, PACHON

PROFESSEURS

MM.		MM.	
Clinique médicale,	MAURIAC.	Zoologie et parasitologie	MANDOUL.
id.	DUPÉRIE.	Médecine expérimentale	AUBERTIN.
Clinique chirurgicale.	BÉGOUIN.	Clinique ophtalmologique	TEULIÈRES.
Clinique chirurgicale et gynécologique.	GUYOT.	Clinique chirurg. infantile et orthopédie.	ROCHER.
Pathologie et thérapeutique générales.	CARLES.	Clinique méd. des maladies des enfants	CRUCHET.
Clinique d'accouchements	ANDÉRODIAS.	Chimie biologique et médicale	DELAUNAY.
Anatomie pathol. et microscopie clinique.	SABRAZÈS.	Physique médicale et pharmaceutique.	C. SIGALAS.
Anatomie	VILLEMIN.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques.	BONNIN.
Anatomie générale et histologie	G. DUBREUIL.	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques	PETGES.
Hygiène	LEURET.	Clinique des maladies des voies urinaires.	DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie	LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales.	ABADIE.
Electroradiologie et clin. d'électricité médic.	RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
Chimie.	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée	LABAT.
Botanique et matière médicale	GOLSE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie.	GREYX.
Pharmacie	DUPOUY.	Clinique dentaire	CAVALIÉ.

MM. LACOSTE (Histologie). PERY (Obstétrique). PERRENS (Maladies mentales). PAPIN (Chirurgie générale).
R. SIGALAS (Parasitologie et sciences naturelles). JEANNENEY (Chirurgie générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie	DUBECQ.	Chirurgie générale	CHARRIER.
id.	DUFOUR.	id.	LOUBAT.
Physiologie	FABRE.	Obstétrique	RIVIÈRE.
Médecine générale.	DAMADE.	Ophtalmologie.	BEAUVIEUX.
id.	PIÉCHAUD.	Oto-rhino-laryngologie.	DESPOUS.
id.	DELMAS-MARSALET.	Dermatologie et syphiligraphie.	JOULIA.
id.	DE GRAILLY.	Physique médicale	WANGERMEZ.
id.	FONTAN.	Chimie générale pharmaceut. et toxicologie.	VITTE.

COURS COMPLÉMENTAIRES

	MM.		MM.
Physiologie.....	FABRE.	Puériculture.....	FAUGÈRE.
Médecine opératoire.....	PAPIN.	Pharmacie chimique.....	VITTE.
Accouchements.....	PERY.	Zoologie et parasitologie.....	R. SIGALAS.
Pathologie médicale.....	DELMAS-MARSALET.		

Ophtalmologie..... MM. CABANNES (en congé).
Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. N.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MEMOIRE DE MA MERE

A MON PERE

Dont la vie toute de devoir a toujours
été pour moi le plus bel enseignement.

A MA FEMME

A MA GRAND'MERE — A MA TANTE

A MES BEAUX-PARENTS

A TOUS LES MIENS

A TOUS MES CAMARADES
DE LA FACULTE ET DES HOPITAUX

A TOUS MES AMIS
DE L'ASSOCIATION CATHOLIQUE DES ETUDIANTS

A MES MAITRES
DE LA FACULTE ET DES HOPITAUX

A MES JUGES

A MON MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR H. DELAUNAY

*Professeur de Chimie biologique
à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux,
Membre correspondant de la Société de Biologie,
Docteur ès sciences,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.*

Après m'avoir accueilli dans son laboratoire et m'avoir inspiré ce travail, il n'a cessé, pendant près de deux années, de me prodiguer ses conseils et de diriger mes recherches. Qu'il reçoive ici, avec mes remerciements les plus vifs, l'expression de ma profonde reconnaissance.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE

DE LA

SUEUR HUMAINE

INTRODUCTION

L'importance de la sécrétion sudorale n'a pas échappé aux physiologistes et chimistes français du début du xix^e siècle qui, les premiers, ont entrepris l'analyse de la sueur. Bientôt dans l'Europe entière les chimistes se sont intéressés à la question, mais la sueur était alors un liquide bien trop dilué pour les méthodes analytiques de l'époque et bien trop complexe pour la chimie d'il y a cent ou même quatre-vingts ans. Les travaux sont à peine comparables; il a fallu attendre la fin du xix^e siècle pour avoir des résultats intéressants.

Les Américains se sont intéressés à ce sujet; et nous devons reconnaître que ce sont actuellement les seuls qui aient étudié la question à peu près à fond. Est-ce à dire qu'après les travaux de Talbert et de ses collaborateurs il ne reste plus rien à faire ? Loin de là. Chaque jour, l'importance physiologique de la sueur s'accroît. Il ne s'agit plus seulement d'analyser le liquide sudoral que l'on arrive, avec quelques difficultés, à se procurer en quantité à peine suffisante pour les microméthodes. On se préoccupe encore de le comparer

aux autres liquides de l'organisme, d'étudier ses variations physiologiques et pathologiques, son équilibre acide-base, et finalement avec ces données nouvelles on cherche à mieux comprendre le rôle de la sudation, son pourquoi, sa raison d'être.

Au cours de nos recherches, nous avons été frappé par l'absence en France d'une étude d'ensemble sur la sueur, et une partie de notre travail a consisté à grouper le plus grand nombre possible de documents bibliographiques, afin de combler cette lacune. Mais, en réunissant ces notes, nous avons constaté de fortes discordances entre les données des auteurs, ce qui nous a conduit à étudier nous-même la composition de la sueur humaine normale, c'est-à-dire la « sueur d'un homme sain à l'état de repos »; dans ce but, nous avons réuni et souvent repris les données antérieures, tout en faisant une étude presque entièrement nouvelle sur la répartition du carbone dans la sueur et sur la nature des acides organiques.

Voici le plan de notre étude, qui est divisée en quatre parties : dans la première, nous retraçons dans un bref raccourci l'histoire des travaux auxquels l'étude de la sueur a donné lieu (chap. I).

Dans une deuxième partie, nous passons en revue les méthodes utilisées pour produire une sudation abondante et indiquons quelques moyens de conservation de la sueur (chap. II).

La troisième partie, beaucoup plus étendue, est consacrée à la composition de la sueur normale (chap. III, IV, V, VI, VII) et à ses variations à l'état physiologique (chap. VIII).

Enfin, dans une dernière partie, nous avons réuni quelques données sur la sueur à l'état pathologique (chap. IX) et sur la physiologie de la sudation (chap. X).

CHAPITRE PREMIER

APERÇU HISTORIQUE

Comme tous ceux qui ont étudié la sueur, nous ne remonterons pas avant 1614, époque des premières expériences de **Sanctorius**. Depuis cette date jusqu'à nos jours, nous n'essaierons pas de citer et d'analyser tous les travaux qui ont été faits : ils sont trop nombreux; nous désirons simplement donner une idée générale sur l'histoire de l'étude chimique de la sueur, en nous efforçant de dégager les grandes lignes sans entrer dans les détails, qui trouveront d'ailleurs mieux leur place dans les chapitres traitant d'un point spécial.

De 1614 à 1934, nous distinguerons quatre périodes :

Première période (1614-1834) : Elle se termine au moment de la découverte des glandes sudoripares par **Eichborn** d'une part, et **Breschet** et **Roussel-de-Vauzème** d'autre part. Jusqu'à cette date, nombreux sont ceux qui croient à l'existence de deux liquides différents : celui de la perspiration continue et celui de la sudation. **Sanctorius**, **Lavoisier** et **Seguin**, **Thénard**, **Anselmino**, **Berzélius**, sont les principaux ouvriers de cette sorte de période préhistorique.

Deuxième période (1834-1890) : Période des précurseurs : **Schottin**, **Favre**, **Funke**, donnent d'intéressantes analyses; peu à peu, au cours de cette période, les divers éléments de la sueur seront identifiés.

Troisième période (1890-1918) : Période d'étude scientifique de la sueur. C'est une période française avec les travaux d'**Arloing**, et allemande avec les travaux d'**Argutinsky**, de **Camerer** et de **Kittsteiner**.

Quatrième période (1918-1934) : Epoque de la microchimie. Période essentiellement américaine dominée par les travaux de Talbert qui, depuis quinze ans, n'a cessé de s'intéresser à la question.

Première période : 1614-1834.

La transpiration cutanée était alors l'objet de recherches patientes de la part des physiologistes. C'est ainsi que **Sanctorius** [268] a passé une grande partie de sa vie dans des balances pour déterminer l'importance quantitative de la sécrétion sudorale par rapport aux autres excrétions. **Dodart** [93], **Keill** [464] de 1718 à 1730, **Jean de Gorster** [430] de 1723 à 1736, **Robinson** [233] en 1730, **Rye** [262] en 1734, **Lining** [193] en 1743, puis **Dodart et Reit** [93], en 1753, ont fait des travaux analogues.

Lavoisier et Seguin [481], dans la seconde partie du xvm^e siècle, ont peut-être expérimenté avec plus de soins encore. Seguin se fait peser après s'être enfermé dans un sac de taffetas gommé qui ne laissait que les narines et la bouche communiquer avec l'air extérieur; au bout de quelques heures il se soumit à une nouvelle pesée; la perte provenait de l'eau vaporisée par la respiration; la différence donnait le poids commun du sac et de la matière de la transpiration dont il déduisit celui du sac qu'il connaissait d'avance. Seguin, après avoir travaillé de nombreuses années, arriva aux conclusions suivantes :

1° Le poids des produits de la transpiration cutanée (perspiration et sueur) dépasse en général, même à l'état de repos, le poids de l'urine;

2° La transpiration est plus forte chez les jeunes personnes que chez les sujets avancés en âge;

3° Journallement il s'échappe du corps autant qu'on y introduit : normalement, chaque individu sain revient au même poids toutes les vingt-quatre heures; il n'en est pas de même dans les maladies;

4° La transpiration est pratiquement supprimée pendant la digestion;

5° La perte de poids que le corps éprouve sous l'effet de la transpiration s'élève à 11 grains au minimum (0 g. 55) et à 32 grains au maximum (1 g. 60) par minute.

On peut donc dire qu'au cours des *xvii*^e et *xviii*^e siècles, les physiologistes ont bien mis en évidence l'importance considérable de la transpiration tout au moins quant au poids de liquide éliminé.

L'étude chimique a commencé à la fin du *xviii*^e siècle avec les travaux de **Fourcroy** [413] qui, en 1789, a découvert l'urée dans la sueur de cheval. Quelques années plus tard, en 1794, **Deyeux** et **Parmentier** [92] ont montré l'existence d'une matière odorante et volatile du sang, matière soluble dans l'eau, pouvant donc exister plus ou moins modifiée dans la sueur.

C'est sous le premier Empire, vers 1810, que la première analyse de la sueur a été effectuée par **Thénard** [321]. Il a conclu de ses expériences que « l'humeur de la transpiration, outre de l'eau, du chlorure sodique et de l'acide acétique, contient un peu de phosphate sodique, des traces de phosphates calcique et ferrique, et d'une matière animale comparable à la gélatine ».

Un peu plus tard, de 1824 à 1827, **Anselmino** [9] a fait paraître plusieurs travaux sur la perspiration cutanée et sur la sudation. Dans la sueur, il a trouvé du chlorure de sodium, des sulfates et des acétates alcalins et une matière animale; il existerait aussi de l'albumine dans les cas de goutte, mais l'auteur n'a pas trouvé d'urée. Dans le produit de la perspiration, **Anselmino** a trouvé de l'ammoniaque, de l'acide acétique et du gaz carbonique; d'après **Collard de Martigny** [77], il y aurait en outre des traces « de gaz nitrogène et de gaz hydrogène ». **Berzélius** [39] a repris la plupart de ces travaux, et montré aussi l'existence de « chlorure et de lactate ».

Si certains auteurs ont étudié séparément les produits de

la perspiration et ceux de la transpiration, c'est qu'avec **Williams Edwards** [402] de nombreux physiologistes admettaient alors une distinction entre la perspiration cutanée insensible, sorte de filtration de l'humeur sanguine à travers la peau, et la transpiration sensible ou sueur, produit d'excrétion de certaines cellules de l'épiderme; c'est pourquoi on a distingué jusqu'au début du xix^e siècle les médicaments diaphorétiques qui agissaient sur la perspiration insensible, et les sudorifiques qui augmentaient la sudation. Ce n'est qu'avec la découverte des glandes cutanées par Eichborn et par Breschet et Roussel de Vauzème en 1834 que devient évidente l'identité entre la perspiration et la transpiration.

Deuxième période: 1834-1890.

Pendant une dizaine d'années (1834-1844), peu de travaux sur la sueur ont été faits; c'est à peine si l'on peut citer ceux de **Tardieu** [316] en 1841 sur l'hémathydrose et de **Charles Petit** et **Henry** [242] l'année suivante sur la présence de l'acide urique dans la sueur.

Jusqu'en 1844, tous les auteurs considéraient la sueur comme ayant une réaction acide. Mais à ce moment **Donné** [96], résumant ses travaux commencés vers 1830, a montré l'alcalinité de la sueur de l'aisselle et de quelques autres parties du corps; ce fut le point de départ de nouveaux travaux et d'une discussion qui n'est pas encore terminée; **Andral** [7], **Luchsinger** [499], **Arloing** [12], **Kittsteiner** [466], **Talbert** [300], sont les principaux auteurs qui ont pris part au débat.

En 1847, **Landerer** [478] avait montré l'existence certaine de l'urée dans la sueur et signalé peut-être pour la première fois la sueur d'urée, sur laquelle le Professeur **Sabrazès** [263] a récemment insisté.

Jusqu'en 1850, les auteurs n'ont travaillé que sur quelques centimètres cubes de sueur. **Anselmino** [9] lui-même n'a fait ses deux analyses que sur 20 ou 30 cm³; il a donné cepen-

dant des chiffres pour les chlorures, les sulfates, les matières extractives et les matières solides.

De 1854 à 1859, **Schottin** [277], **Favre** [405] et **Funke** [421] ont publié leurs analyses; mais elles sont loin d'être concordantes. C'est ainsi que Schottin a trouvé plus de 22 grammes de matières extractives, alors que Funke n'en a trouvé que 11 et Favre moins de 5 grammes. Il en a été de même pour les autres constituants.

Quoi qu'il en soit, **Favre** est le premier à avoir montré d'une façon presque certaine l'existence de l'acide lactique de la sueur. Favre, qui a pu travailler sur 55 litres de sueur [223], a donné une analyse effectuée sur 14 litres de ce liquide, analyse qui a fait longtemps autorité.

Malgré les travaux que nous venons de signaler, il restait encore beaucoup de points obscurs (**Lehmann**, 1855, [185]), et l'on s'explique que pendant une quarantaine d'années de nombreux auteurs aient continué à identifier les divers constituants de la sueur et à en établir une analyse aussi complète que possible.

Vers 1860, **Garrod** [124] montre la présence de phosphate et d'oxalate de calcium après les accès de goutte. En 1859, **Meissner** [216] a cru y déceler l'acide benzoïque, tandis qu'en 1863 **Meyer** [218] a reconnu la présence de plusieurs acides gras volatils. L'importance de la transpiration insensible est étudiée par **Colin** [76], **Von Leyden** [192] et **Jurgen-sen** [161]. L'élimination de médicaments par la sueur était alors à l'ordre du jour. Ce fut le sujet des remarquables travaux de **Bergeron** et **Lemattre** [37] en 1864, travaux qui ont d'ailleurs été repris et complétés en 1880 par **Bouveret** [50] dans sa thèse d'agrégation.

Dès 1867, **Charles Robin** [253], puis en 1869 **Leube** [187] ont signalé la présence d'albumine, déjà entrevue par Favre [405] et peut-être par **Thénard** [321]; mais il faudra attendre les travaux de **Gaube** [425] en 1891 pour être certain de l'existence de ce corps si discuté. En 1882, **Capra-nica** [66] a découvert la créatinine par la réaction de Weil.

En 1887, **Kast** [162] a indiqué la présence de phénols, d'oxyacides et de produits aromatiques. Au même moment, **Tichborne** [324] a reconnu nettement l'existence de l'acide urique et **Queirolo** [246] a montré la toxicité de la sueur dans certaines maladies. Trois ans plus tard, **Devoto** [90] décelait l'acétone dans la sueur de diabétiques.

Troisième période : 1890-1918.

Une fois en possession d'une connaissance à peu près complète des constituants de la sueur, il restait à reprendre les travaux antérieurs et à essayer de donner une étude quantitative : ce sera l'œuvre de la période qui s'étend de 1890 à la fin de la Grande Guerre.

En 1890, **Argutinsky** [11] a établi dans de bonnes conditions la répartition des éléments azotés; c'est le premier travail de ce genre : il fit date dans l'étude de la question.

L'année suivante, **Gaube** [123], après avoir montré définitivement la présence de l'albumine, a mis en évidence l'activité diastasique de la sueur. En 1892, **Heuss** [145 bis] a étudié les variations de l'acidité suivant les méthodes de sudation, tandis que **A. Gautier** [127] a reconnu le rôle important joué par la sueur dans l'élimination des alcalis. En 1893, **Harnack** [140] a donné de bons résultats pour les éléments minéraux et l'urée.

En dix ans, de 1890 à 1900, plus de trente auteurs ont consacré des articles à la sueur; signalons les travaux de **Mironowitch** [219] sur l'élimination du mercure, de **Capitan** et **Gley** [65] sur la toxicité, de **Jahnel** [155] sur l'urée, de **Calitso** sur la présence de toxines dans la sueur; mais trois auteurs ont fait des recherches particulièrement importantes.

Arloing [12] a repris entièrement la question de l'acidité fort discutée jusqu'à lui; **Hoelscher** [146] a examiné 113 sueurs produites de diverses façons; ses résultats ont porté sur l'acidité, les substances minérales et organiques, l'azote total et l'urée; enfin **Mairet** et **Ardin-Delteil** [10] ont étudié la toxicité de la sueur.

De 1900 à 1918, plus de cinquante auteurs ont étudié la sueur. La plupart ont analysé les cendres, déterminé les éléments minéraux et quelques composés azotés. De l'ensemble de ces travaux se détachent ceux de **Camerer** [62] qui sont de premier ordre. Non seulement il a dosé les éléments minéraux et organiques de la sueur, mais il a déterminé leurs variations suivant le moyen de sudation employé et suivant la saison où le prélèvement est fait. **Kittsteiner**, en 1911 [166] et en 1913 [167], a étudié les variations du taux des chlorures et des sulfates au cours de la sudation, ainsi que le volume de sueur éliminé suivant les divers mois de l'année; mais surtout il fut le premier et peut-être le seul à doser l'acidité de la sueur par titration à la phthaléine. La même année, **Riggs** [249] a étudié les matières organiques à l'aide de méthodes précises. En 1913, **Unna** [330] a signalé la présence d'acides gras, et en 1914 **Plaggemeyer** et **Marshall** [244] ont fait sur dix-huit échantillons un travail d'ensemble sur la densité, la réaction et les corps azotés.

Quatrième période : 1919-1934.

Dès 1914, l'on pouvait avoir une idée générale de la composition de la sueur. Mais, en raison des méthodes utilisées, les résultats ne sont pas très précis et la recherche d'éléments n'existant qu'à l'état de traces n'a pu être effectuée. Il a fallu arriver à la période d'après guerre et attendre la mise au point des microméthodes pour avoir des données vraiment exactes sur la composition de la sueur.

Les travaux de **Talbert** et de ses collaborateurs dominent cette époque; l'école américaine a étudié tour à tour : l'acidité, les cendres, les chlorures, l'azote total, le glucose, l'urée, les acides aminés, l'ammoniaque, l'acide urique, l'acide lactique, les phosphates, le soufre et les bases minérales; et plus de dix articles ont paru depuis 1919.

Talbert est loin d'ailleurs d'être le seul à s'être occupé de la sueur; **Adolph** [2], **Bost** et **Borgstrom** [48], **Barney** [27],

Chatron [70], **Molinery** [222], et surtout **Moscher** [227] et **Mac Swiney** [202] ont fait des analyses presque complètes, tandis que d'autres auteurs ont étudié des corps bien déterminés, comme l'acide lactique (**Snapper** et **Grunbaum** [290], **Krestownikoff** et ses collaborateurs [172]), le glucose (**Comblet** et **Montgommery**, **Usher** et **Rabinovitch** [332]), l'acide urique (**Voit** [337]), l'acide citrique (**Chauncey D. Leake** [183], **Schersten** [273]), le sodium (**Krœtz** [175]), la créatinine (**Schumann** [279]), etc.

Aujourd'hui, l'on ne se contente pas d'établir la composition de la sueur; on s'inquiète de ses variations suivant les régions du corps (**Talbert**, **Levin** et **Seymour Silvers** [189], suivant l'état pathologique (**Barney** [27], **Chatron** [70], **Molinéry** [222], **Boigey** [46]), ou physiologique du sujet (**Dmitrenko**, **Okun** et **Mastrowaja** [94]).

Les chimistes et les physiologistes ont cherché à établir l'équilibre acide-base de la sueur (**Fishberg** et **Bierman** [107]), à déterminer les rapports des constituants de la sueur avec ceux du sang (**Talbert**, **Chiatellino** et **Margaria** [72]), avec ceux de l'urine (**Talbert**, **Melka** [215]), à comparer l'activité de la peau et des poumons comme émonctoire (**Richardson** [248]).

L'époque microchimique n'est pas loin d'avoir achevé ses possibilités; et l'on se préoccupe maintenant d'interpréter les résultats acquis et de les utiliser en pathologie.

Les travaux de **Hasma** [143] sur les centres sudoraux, de **Krawtschinsky** [173] sur la biochimie de la sueur, de **Borchard** [47] sur la physiologie générale de la sudation, de **Marchionini** et **Cerutti** [207] sur ses rapports avec le pH et la réserve alcaline du sang, de **Schneider** [276] et de bien d'autres sont dirigés dans ce sens. **Usher** [331] nous entretient des propriétés bactéricides de la sueur humaine, **Dorn** [97] entrevoit l'injection de la sueur pour la diagnose de la tuberculose, et **Strasser** [292] commence une thérapeutique de la sudation. La période de chimie pure s'achève, et nous sommes à l'aurore d'une nouvelle époque à la fois physiologique et clinique.

CHAPITRE II

LA SUEUR : OBTENTION, CONSERVATION

Le premier problème qui se pose est l'obtention de sueur en quantité suffisante pour faire une analyse à peu près complète. Pour cela, l'expérimentateur est obligé d'avoir recours à un artifice (travail musculaire, chaleur, etc.). Certains chimistes ont fait des objections à cette méthode. C'est ainsi que, d'après **Barral** [29], « la plupart des expérimentateurs ayant excité la sécrétion par un travail forcé, la chaleur, le jaborandi ou une excitation nerveuse, on ne connaît pas exactement la composition de la sueur ».

On se trouve dans l'alternative d'employer soit la sueur physiologique naturelle, soit la sueur provoquée. Il est certain qu'il y aurait le plus grand intérêt à étudier la sueur physiologique qui serait, d'après les classiques, de 40 grammes par heure, soit un litre environ par vingt-quatre heures. Mais, en pratique, de grosses difficultés se présentent; on ne peut recueillir qu'une partie de cette sueur naturelle, et l'on ne peut demander à un individu de rester à peu près immobile pendant quatre ou cinq heures pour se prêter à l'expérience du sac de Seguin [181] ou à l'expérience de la chambre de verre de Schierbeck rapportée par Talbert [275]. Ne pouvant utiliser la « sueur naturelle », comme la presque totalité des auteurs précédents nous avons étudié la « sueur provoquée ». Dans l'étude de la sueur provoquée, plusieurs questions préalables sont à étudier; ce sont :

- A. La préparation du sujet;
- B. La méthode de sudation;
- C. L'appareil de sudation;
- D. La récolte de la sueur;
- E. La conservation de la sueur.

A. — *Préparation du sujet.*

Le sujet ayant été choisi, doit-on, avant de provoquer la sudation, faire un nettoyage de la peau ? **Boigey** [46] fait ses expériences sans nettoyage préalable. De nombreux auteurs : Favre, Molinéry, Chauncey D. Leake, Fishberg et Bierman, Mosher, etc., ne se sont pas préoccupés de cette question pourtant si importante. **Arloing** [13] et **Adolph** [2] ont bien dit que la peau devait être nettoyée, mais ils n'ont point précisé davantage. Doit-on se contenter de l'essuyage utilisé par **Chatron** [70], du bain de propreté préconisé par **Barney** [27], du lavage à l'éther de **Trumpy** et **Luchsinger** [199], ou à l'alcool de **Plaggemeyer** et **Marshall** [244] ; doit-on employer les lavages successifs à l'eau, à l'alcool, à l'éther, réclamés par **Talbert** [300] ?

Il est évident que le nettoyage de la peau est nécessaire ; les glandes sébacées sécrètent une matière dont la réaction et la composition diffèrent notablement du produit de sécrétion des glandes sudoripares ; en outre, la sueur s'évaporant au niveau de la peau laisse un résidu qui, à l'abri de l'air ou sous l'action de bactéries, peut s'altérer ; enfin nous savons que la peau elle-même possède un pH voisin de 4,6.

Le nettoyage est nécessaire, mais comment doit-il être effectué ? Le lavage à l'eau est un minimum ; **Hoelscher** proscrit le savon pour des raisons qu'il estime évidentes, tandis que **Talbert** le trouve utile, presque nécessaire. Le lavage alcool-éther est difficilement effectué sur tout le corps.

Pour nous, deux cas sont à considérer :

1° On veut recueillir la sueur de tout le corps : on fera précéder la sudation d'un bain de propreté prolongé ;

2° On se contente de prélever la sueur d'un membre de la poitrine ou du dos : on peut alors remplacer le bain de propreté par le lavage de la partie du corps en question, suivant la méthode indiquée par **Talbert**.

B. — *Méthodes de sudation.*

Nombreuses sont les méthodes de sudation; certaines ont été connues de tout temps, comme la chaleur de l'exercice; d'autres sont au contraire très récentes, comme l'action de courant électrique ou de médicaments. Pour se procurer de la sueur en quantité suffisante pour l'analyse, on peut avoir recours à l'un des procédés suivants :

1° *L'exercice.* — On peut utiliser la marche, le travail professionnel (étude de la sueur de forgerons par **Dmitrenko**, **Okun** et **Mastrowaja** [94]), la bicyclette fixe (**Talbert** [300]) ou certains exercices spéciaux (**Boigey** [46], **Mavrojannis** [69], **Arloing** [12]).

2° *La chaleur.* — Sèche ou humide, artificielle ou naturelle. C'est le procédé habituel. On peut employer la chaleur naturelle : galeries du Radiovaporarium de Luchon (**Molinéry** [222]), étuves romaines de Plombières-les-Bains (**Chatron** [70]). Mais l'on a, en général, recours à la chaleur artificielle obtenue par le bain de vapeur ou le bain d'air chaud. Plus des trois quarts des auteurs ont utilisé l'un de ces moyens.

3° *Insolation.* — Indiquée seulement par Favre, mais nous ne savons pas si cette méthode a été utilisée.

4° *La radiothermie.* — **Fishberg** et **Bierman** [407] seuls ont utilisé le passage du courant à travers le corps tout entier pour avoir la sueur totale; en général, cette méthode n'est utilisée que pour avoir la sueur de la main.

5° *Les agents médicamenteux.* — Plusieurs corps ont été utilisés (**Hœlscher** [446]), mais la plupart des auteurs (**Barney**, etc.) ont eu recours à l'injection d'un sel de pilocarpine. Beaucoup, d'ailleurs, ont conjugué l'emploi de la chaleur avec celui de médicaments afin d'obtenir une plus grande quantité de sueur.

Nous avons cherché à satisfaire aux trois conditions suivantes :

- 1° Avoir une quantité suffisante de liquide;
- 2° Avoir une sueur se rapprochant autant que possible de ce que l'on peut appeler « la sueur normale », c'est-à-dire une sueur se rapprochant le plus possible de la perspiration cutanée d'un homme sain;
- 3° Utiliser une méthode simple et pratique.

L'insolation eût été certainement la méthode de choix, malheureusement elle n'aurait pas donné beaucoup de sueur.

La radiothermie, utilisée par Fishberg et Bierman [107], n'est pas recommandable. En effet, bien qu'avec cette méthode on puisse obtenir 3 à 4 litres de liquide, elle n'est ni simple ni pratique; elle provoque, en outre, un état de fièvre très accentué, puisque la température buccale se maintient à plusieurs heures aux environs de 40 degrés. Il est à craindre qu'une sueur obtenue dans de telles conditions ne diffère fortement de la sueur normale.

Il en est de même, bien qu'à un moindre degré, de l'emploi de médicaments tels que la pilocarpine. C'est pourquoi nous avons cru devoir éliminer cet autre mode de production.

L'exercice est aussi à rejeter comme moyen de sudation, si l'on veut étudier la sueur normale. L'exercice provoquant une variation dans la composition chimique du sang et du muscle, il est à craindre qu'il ne provoque aussi le passage dans la sueur de substances de déchet que l'on ne trouve qu'à l'état de traces dans une sueur normale. Il se peut cependant qu'en thérapeutique la transpiration provoquée par un exercice plus ou moins violent soit la plus efficace; mais nous n'avons pas à discuter ici ce point de vue.

Seule la chaleur nous a paru remplir les conditions énumérées plus haut. Certes, il ne peut y avoir identité absolue entre la sueur obtenue par l'action de la chaleur et la sueur normale vraie. Il n'en est pas moins certain qu'en opérant à une température assez basse (aux environs de 40 degrés) on peut provoquer une sudation assez abondante

sans faire apparaître dans la sueur des produits nouveaux et sans modifier sensiblement le taux des substances dissoutes. D'après certains auteurs, on pourrait même employer indistinctement la chaleur sèche ou la chaleur humide, le taux de l'humidité ne modifiant pas la composition de la sueur. Nous avons cru préférable d'utiliser la chaleur légèrement humide, afin de nous rapprocher le plus possible des conditions habituelles.

C. — *Appareils de sudation.*

Nous avons donc décidé d'utiliser la chaleur comme agent de sudation. Il nous restait à savoir quel appareil nous allions employer.

Molinéry [221] et **Chatron** [70] ont pu se passer d'appareils, car ils avaient à leur disposition les étuves et les galeries naturelles de Plombières et de Luchon; nous avons pu faire de même à Dax, où nous avons examiné la sueur provoquée par la chaleur des étuves de l'établissement des Baignots, ainsi que la sueur recueillie après le bain de boue.

Ces moyens-là n'étant que des moyens d'exception, presque tous les auteurs ont eu recours à la chaleur artificielle. Nous ne citerons que pour mémoire la sudation provoquée par l'ingestion de boissons chaudes (**Arloing** [12]) et par le chauffage d'un lit à l'aide de bouteilles d'eau chaude (**Barney** [27]). Il en sera de même des expériences de **Borchard** [47], qui créait un climat tropical artificiel. Le bain de lumière électrique utilisé par **Cramer** [85] est très intéressant et assez pratique; un seul inconvénient : c'est que l'air risque d'être trop sec.

Les autres appareils de sudation peuvent être divisés en deux groupes :

1° Les appareils où le sujet est totalement introduit : ce sont tous des sortes de chambres de sudation ou d'étuves artificielles; **Adolph** [2], **Mosher** [227], **Talbert** [300], etc., les ont utilisées.

2° Les appareils où le sujet n'introduit qu'une partie de

son corps; **Höelscher** [146] recouvre cette partie du corps de vêtements huilés, tandis que **Plaggemeyer** et **Marshall** [244] utilisent un sac de caoutchouc. Au contraire, **Mairet** et **Ardin-Delteil** [40] se servent d'une étuve en tôle galvanisée à forme de sarcophage dans laquelle le sujet est introduit sans être recouvert de vêtements quelconques.

D'autres auteurs donnent moins de détails. C'est ainsi que nous savons seulement que **Favre** a utilisé un jet de vapeur pour chauffer une sorte de baignoire métallique où se trouvait le sujet debout et nu, tandis que **Argutinsky** [41], **Harnack** [140] et d'autres se sont servis du bain de vapeur.

La plupart des appareils de sudation ont le gros inconvénient d'être peu pratiques et surtout intransportables. Nous voulions employer un appareil transportable; c'est pourquoi nous nous sommes adressé, comme appareil, à la « sudation scientifique ». Le sujet nu est recouvert (tête non comprise) d'un grand manteau molletonné, qu'un léger cercle métallique reposant sur les épaules maintient à une certaine distance de son corps; le sujet, assis sur un escabeau de hauteur convenable se trouve ainsi dans une sorte d'étuve portative dont les parois sont constituées par le manteau et le plancher de la salle. La source de chaleur est une lampe à alcool qui chauffe un réservoir contenant 100 à 200 cm³ d'eau distillée; en raison de la construction de cet appareil, on peut dire que le chauffage est effectué par de la vapeur survaporisée. L'atmosphère intérieure est humide sans être cependant saturée d'humidité. Vingt à vingt-cinq minutes après le début du chauffage, on peut recueillir 100 à 200 cm³ de sueur.

D. — *Récolte de la sueur.*

La difficulté n'est pas d'obtenir une sudation abondante, mais consiste essentiellement à recueillir la sueur en quantité suffisante. Les premiers chimistes qui se sont occupés de la question : Thénard, Chevreul, Berzélius, Anselmino, Simon et d'autres, n'ont pu faire de bons travaux en raison

de cette difficulté même; ils opéraient sur 10 cm³ à peine de sueur; même de nos jours, cette quantité serait insuffisante.

Parmi les méthodes utilisées il faut distinguer deux cas, suivant que l'on veut recueillir la sueur de tout le corps (sueur totale), ou celle d'une partie du corps (sueur partielle).

I. — Recueil de la sueur totale.

Les auteurs ont utilisé plusieurs procédés : on peut, en effet, envelopper le sujet de vêtements qui s'imbiberont de sueur et que l'on lavera ensuite; on peut aussi laisser couler la sueur et la recueillir dans un récipient convenable.

PREMIER CAS : Recueil par imbibition. — C'est la méthode la plus ancienne, puisqu'elle fut utilisée par **Thénard** [324]. Longtemps délaissée, elle a été remise en honneur aux environs de 1900 avec les travaux de **Harnack** [140], **Arloing** [12], **Cramer** [85], etc., et plus récemment par **Bost** et **Borsgtrom** [48].

Le procédé comprend deux temps : avant la sudation, il faut laver longuement à l'eau distillée les vêtements (flanelles, chemises de laine ou de coton...); après la sudation, on exprime la sueur qui imbibe les vêtements utilisés; quelques auteurs recommandent, en outre, de les laver avec de l'eau distillée, de réunir tous les liquides d'expression et de lavage, et de concentrer finalement au volume voulu.

Ce procédé n'est pas sans inconvénient. Tout d'abord, comme l'a fait remarquer **Cramer** [85], qui en tient compte dans ses résultats, les vêtements contiennent des substances dosables; c'est ainsi qu'il faudra, par exemple, doser au préalable l'azote total de l'étoffe employée. Il peut aussi y avoir erreur dans l'estimation du volume. En outre, il peut y avoir décomposition partielle des composants organiques de la sueur, surtout si les vêtements sont portés pendant plusieurs heures.

C'est pourquoi nous avons rejeté cette méthode, et dans

la discussion des résultats nous tiendrons compte de l'utilisation de ce procédé par quelques auteurs.

Une variante consiste à remplacer les vêtements par de la gaze hydrophile dont on entoure complètement le corps. Elle a été utilisée par Hoelscher [146] en 1899; cette méthode est bien supérieure à la précédente, car si elle renferme les mêmes causes d'erreur elle les possède à un très faible degré.

DEUXIÈME CAS : Recueil par écoulement. — C'est le procédé le plus utilisé, sous diverses formes. **Plaggemeyer** et **Marshall** [244] enveloppent le sujet d'un sac de caoutchouc muni d'un robinet à sa partie inférieure. **Barney** [27], puis **Mosher** [227], mettent le sujet dans un lit muni de draps de caoutchouc; à la partie la plus basse du drap de dessous se trouve un tube collecteur muni d'un robinet. **Mairet** et **Ardin-Delteil** [203] recueillent la sueur dans une gouttière située à la partie inférieure de leur appareil de sudation.

Une variante plus simple consiste à laisser le sujet nu debout ou assis dans l'étuve et à recueillir la sueur dans un récipient placé au-dessous; on peut, en outre, éponger le sujet afin d'obtenir un peu plus de liquide (**Chauncey D. Leake** [83]). Il est fort inutile d'indiquer la forme des récipients utilisés par **Favre** [103], **Argutinsky** [11], **Cramer** [85], **Chatron** [70]...

Ce procédé simple et pratique, sans cause d'erreur importante, nous a paru satisfaisant. Aussi l'avons-nous utilisé pour recueillir la sueur totale.

II. — Recueil de la sueur partielle.

Citons pour mémoire les procédés d'**Anselmino** [9] : manchon de verre entourant le bras sans être en contact avec la peau; de **Boigey** [46] : bourdonnets de coton placés sous les aisselles; et de **Salter** [267] : aspiration à l'aide d'une pipette à boules terminée par un tube capillaire. Ils ne donnent pas une quantité suffisante de sueur.

Le sujet étant en sudation, on peut recueillir 10 à 80 cm³

de sueur en quelques minutes en promenant de bas en haut sur le tronc, les bras et les jambes; des tampons de coton, des éponges, des gobelets, des augets, des flacons munis d'entonnoirs spéciaux, entonnoirs dont un côté est plan et peut être appliqué sur la surface cutanée (**Molinéry** [221]). De nombreux auteurs ont utilisé ce procédé; on peut citer parmi eux : **Arloing**, **Adolph**, **Molinéry**, **Fishberg** et **Bierman**... Nous avons nous-même employé ce procédé, qui nous a donné satisfaction.

On peut aussi utiliser le procédé indiqué par **Strauss** et pratiqué en grand par **Talbert**. Il consiste à envelopper séparément le tronc, les bras et les jambes dans des manchons de toile caoutchoutée de dimensions convenables. Ce procédé a l'avantage d'éviter l'évaporation du liquide, mais il a aussi l'inconvénient de permettre la sudation dans une atmosphère saturée d'humidité. Nous l'avons également utilisé avec succès; il donne des résultats très voisins de la méthode précédente.

E. — *Conservation de la sueur.*

Il y a bien longtemps que les physiologistes et les chimistes se sont aperçus de l'altération rapide de la sueur. Certains ont montré que, conservée quelques heures au contact de l'air, elle présente une réaction toujours alcaline. Malgré cela, il est rare de voir indiqué un procédé de conservation. Quelques auteurs disent qu'ils effectuent l'analyse immédiatement; sans préciser, d'autres recueillent sous toluène; deux ou trois à peine défèquent la sueur par l'acide sulfurique et le tungstate de soude.

Dans notre travail, deux cas se sont présentés :

PREMIER CAS. — La sueur était analysée dans les deux ou trois jours qui ont suivi son prélèvement; nous nous contentions de conserver sous toluène, ne défèquant par l'acide tungstique que les quelques centimètres cubes nécessaires aux dosages de l'azote et du carbone total.

DEUXIÈME CAS. — La sueur ne pouvait être analysée qu'au bout de plusieurs mois. C'était, notamment, le cas des échantillons prélevés à Dax; nous avons eu recours aux deux moyens de conservation suivants :

Défécation tungstique :

Sueur, 80 cm³;

SO⁴H² 2/3 N, 10 cm³;

Tungstate de soude à 10 %, 10 cm³.

Le filtrat, conservé sous toluène, est pratiquement inaltérable malgré un précipité d'alcalino-terreux.

Défécation trichloracétique :

Sueur, 100 cm³;

Acide trichloracétique cristallisé, 10 grammes.

La solution finale a un volume de 105 cm³, la dilution est donc de 105/100.

Le filtrat de conservation parfaite reste limpide indéfiniment.

La défécation par l'acide trichloracétique paraît préférable à la défécation tungstique; elle est malheureusement à éliminer pour le dosage du carbone total. Nous avons toujours délégué nos échantillons à l'acide tungstique et n'avons utilisé la défécation trichloracétique que quand nous avons suffisamment de liquide.

CHAPITRE III

REACTION — ACIDITE

L'étude de l'acidité et de l'alcalinité de la sueur est assez importante pour que nous lui consacrons un long chapitre. Non seulement la réaction de la sueur a toujours été une question des plus discutées, mais on peut dire que jusqu'à présent on s'est très peu préoccupé de déterminer la nature des corps acides minéraux et organiques contenus dans la sueur.

La première partie de ce chapitre (paragraphe A) traite de la réaction de la sueur. Dans une deuxième partie (paragraphe B), nous examinerons l'acidité minérale et les acidités organiques : volatile et fixe. Enfin il nous a semblé intéressant d'y joindre l'étude des divers acides organiques de la sueur; elle fera l'objet d'une troisième partie (paragraphe C).

A. — *Réaction de la sueur.*

a) HISTORIQUE.

Peu de questions, en apparence aussi simples, ont donné lieu à des interprétations aussi diverses: On peut dire que jusqu'en 1844 tous les auteurs sans exception considéraient la sueur comme ayant une réaction acide. C'est à cette époque que **Donné** [96] trouva à la sueur axillaire une réaction alcaline nette. Cette découverte fut le point de départ d'une

discussion qui n'a pu recevoir une solution définitive qu'après l'introduction de la notion de pH.

Il est, croyons-nous, inutile de retracer pas à pas toutes les étapes de cette discussion, comme l'ont fait **François Franck** en 1884 [114] et **Höelscher** en 1899 [146]. Il suffira de citer un passage d'**Arloing** [12], extrait d'un article remarquable, publié en 1896 sur la *Réaction de la sueur humaine* :

« On a soutenu :

1° *que la sueur est partout et toujours acide* (Claude Bernard, Aubert, Fubini, Ronchy, Tourton, François Franck, Hoppe Seyler);

» 2° *qu'elle est acide dans certaines régions, alcaline dans d'autres, comme à l'aisselle* (Donné, Charles Robin, Armand Gautier);

» 3° *qu'elle est fondamentalement et partout alcaline* : elle n'est acide que par addition d'un produit étranger; à la sécrétion des glandes sudoripares (Luchsinger et Trümper, Vulpian et Raymond, Strauss);

» 4° *qu'elle est fondamentalement acide*; si elle se montre alcaline, c'est par addition de principes basiques étalés à la surface de la peau et provenant de sudations antérieures (Andral);

» 5° *que la réaction est variable au cours d'une sécrétion abondante* : acide au début, puis neutre, enfin alcaline (Favre, Albert Robin). »

Toutes ces opinions ne sont peut-être discordantes qu'en apparence, car il faudrait avoir des renseignements que les auteurs ne donnent pas avant la fin du XIX^e siècle; ce sont : l'état de santé du sujet, la méthode de sudation, la méthode de recueil, le réactif utilisé, l'état de propreté de la peau.

Malgré cela, **Arloing** [12] croit que les discordances doivent être attribuées à la différence dans le moment de la récolte de la sueur; au début de la sudation, la réaction est toujours acide, elle devient neutre, puis, exceptionnellement, alcaline; l'ensemble est toujours neutre (Arloing).

Les recherches des années qui ont suivi confirmèrent dans

l'ensemble les travaux d'Arloing. C'est ainsi que **Hoelscher** [146] trouve, en 1899, pour 113 sueurs :

78 sueurs acides;
34 sueurs neutres;
1 sueur alcaline.

Plaggemeyer et Marshall [244], en 1914, trouvent :

12 sueurs acides;
6 sueurs neutres;
0 sueur alcaline.

On peut dire que vers 1914 on admettait que la sueur *normale* était généralement acide, parfois neutre, mais jamais alcaline.

Jusqu'alors ce ne sont que des approximations; c'est avec **Talbert** [300-301] que l'on entre dans la précision; cet auteur a été le premier à fixer le pH de la sueur en 1919. Talbert, de 1919 à 1922, a fait de très nombreuses recherches sur ce sujet, étudiant comparativement la sueur de travail et la sueur de chaleur.

De l'ensemble de ses résultats, il résulte que le pH de la sueur de travail varie de 5,1 à 7,5, tandis que celui de la sueur de chaleur a pour limites 4,7 et 7,2. Ces chiffres ne sont d'ailleurs que des extrêmes, et, dans un cas comme dans l'autre, on peut dire, d'après Talbert, que le pH de la sueur est presque toujours compris entre 5,5 et 6,5. Talbert reconnaît, en outre, que dans une sécrétion continue de la sueur la réaction ne demeure pas absolument constante; il y a presque toujours une légère augmentation du pH : de 0,3, au maximum, en vingt-cinq minutes.

En 1923, **Adolph** [2] a trouvé des chiffres quelque peu différents; pour quatre sujets, au bout de dix minutes, le pH était égal à 6,5-6,6; il passait à 7,1-7,3 vers la trentième minute pour redescendre aux environs de 7,0 au bout d'une heure. **Bazett** [30], continuant ces travaux, a trouvé des pH compris entre 6,0 et 6,7 au début, passant après vingt minutes de sudation entre 6,5 et 6,9.

Plus récemment, **Fishberg** et **Bierman** [107] (1932) ont donné des valeurs beaucoup plus acides comprises entre 4,0 et 4,3. Aussi **Mosher** [227] admet-il en 1933 que le pH de la sueur peut varier entre 3,4 et 8,4; mais lui-même n'a trouvé que des valeurs comprises entre 5,0 et 5,7. Plus récemment encore, **Chatron** [70] a donné des valeurs comprises entre 6,5 et 7,2. **Molinéry** [222] entre 3 et 8 et **Dmitrenko Okun** et **Mastrowaja** [94] entre 7,8 et 8,0, tandis qu'en 1934 **Mac Swiney** [202] a donné les pH de 6,14 comme moyenne de la sueur de l'homme et 6,57 pour la sueur de la femme.

Remarquons d'abord que le pH 3,4 indiqué par Mosher est douteux, sans référence; on peut se demander si une telle acidité ne serait pas capable d'altérer la peau dont cependant le pH normal est nettement acide (4,6). D'après Fishberg et Bierman, le pH de la sueur ne peut être inférieur à 4,0 en raison du rôle tampon de l'acide lactique et des lactates. Parmi tous les chiffres donnés plus haut, il est possible d'en éliminer quelques-uns :

- 1° ceux de **Dmitrenko**, **Okun** et **Mastrowaja**, qui ont étudié la sueur provoquée par un dur et long travail;
- 2° ceux de **Molinéry**, qui n'indique pas de limites précises; cet auteur dit seulement qu'il a trouvé les pH compris entre 7 et 8 et d'autres inférieurs à 4;
- 3° ceux de **Fishberg** et **Bierman**, qui ont recueilli des sueurs provoquées par radiothermie, sueurs que l'on peut considérer comme anormales.

Nous remarquons alors que les chiffres restant sont assez concordants et donnent pour le pH de la sueur des valeurs qui sont presque toujours comprises entre 5,0 et 7,0 avec comme limites 4,7 et 7,2.

b) TECHNIQUE.

Les auteurs précédents ont pour la plupart utilisé la méthode colorimétrique et semblent en avoir été satisfaits. Nous avons cru inutile d'employer une autre méthode; nous

nous sommes servi du nécessaire Bruère dont les témoins vont de 4,4 à 9,6, c'est-à-dire qu'ils embrassent toute la gamme des variations du pH de la sueur. Le pH a toujours été pris immédiatement après la fin de la sudation.

c) RÉSULTATS OBTENUS.

La méthode colorimétrique nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

Prélèvement n° 1 : pH 6,6	Prélèvement n° 21 : pH 6,9
Prélèvement n° 4 : pH 7,4	Prélèvement n° 22 : pH 5,9
Prélèvement n° 10 : pH 6,3	Prélèvement n° 23 : pH 7,5
Prélèvement n° 11 : pH 5,2	Prélèvement n° 24 : pH 6,7
Prélèvement n° 12 : pH 4,7	Prélèvement n° 25 : pH 6,8
Prélèvement n° 13 : pH 5,4	Prélèvement n° 26 : pH 7,1
Prélèvement n° 14 : pH 5,3	Prélèvement n° 27 : pH 7,4
Prélèvement n° 16 : pH 5,1	Prélèvement n° 31 : pH 7,2
Prélèvement n° 17 : pH 4,7	Prélèvement n° 32 : pH 7,0
Prélèvement n° 18 : pH 6,9	Prélèvement n° 33 : pH 6,9
Prélèvement n° 19 : pH 6,8	Prélèvement n° 34 : pH 6,4
Prélèvement n° 20 : pH 6,1	

Minimum : 4,7.

Maximum : 7,5.

Moyenne : 6,27.

Si nous rapprochons nos résultats de ceux de Talbert, nous sommes frappé de la similitude des extrêmes : 4,7 et 7,5 au lieu de 4,7 et 7,2, et des moyennes : 6,27 pour nous, entre 5,5 et 6,5 pour Talbert. Si nous divisons cette gamme très étendue en deux zones : zone fortement acide au-dessous de 6,0 et zone faiblement acide au-dessus de 6,0, nous remarquons que seuls les chiffres de Mosher se placent dans la première, alors que ceux de Bazett, Adolph, Chatron, etc., se trouvent compris dans la deuxième; d'autre part, 16 sur 23 de nos résultats se trouvent également compris dans cette zone faiblement acide.

De l'étude comparée de tous ces résultats il semble se dégager que le pH d'une sueur normale, provenant d'une sudation de vingt à trente minutes, est compris entre 5,0 et 7,0; ce n'est qu'au-dessous de 5,0 qu'il peut y avoir hyperacidité et au-dessus de 7,0 qu'il peut y avoir hypoacidité ou plutôt alcalinité, dans une sueur provenant de l'ensemble du corps.

B. — *Acidité.*

La sueur étant généralement acide, la question se pose de déterminer la nature des corps acides minéraux ou organiques responsables de cette acidité. Nous sommes ainsi conduit à étudier successivement l'acidité minérale et l'acidité organique.

a) ACIDITÉ TITRABLE.

Tourton [327] est croyons-nous le premier à avoir dosé l'acidité de la sueur. Jusqu'à lui, tous les auteurs s'étaient contentés d'appliquer sur la peau, préalablement nettoyée, une bande de papier réactif qui s'imbibait rapidement de sueur. Certains auteurs, comme **Trumpy** et **Luchsinger** [328], nettoyaient la peau successivement à l'acide acétique, au savon, à l'eau, à l'alcool et à l'éther, recommençant chaque lavage jusqu'à quatre et cinq fois, faisant preuve d'une patience qui n'avait d'égale que celle des sujets en expérience. **Tourton** s'est contenté d'un lavage au savon suivi d'un autre à l'eau distillée tiède, le séchage ayant lieu à l'air libre en général. Cet auteur a toujours trouvé une acidité titrable pour la sueur prélevée sur les mains et la figure; au contraire, la sueur axillaire s'est toujours montrée alcaline. Le dosage acidimétrique est effectué avec une solution de « potasse » dont chaque goutte contient 0,1 mg. d'hydroxyde de potassium. Malgré l'imperfection du procédé employé, **Tourton** trouve des résultats admissibles de nos jours et correspondant de 10 à 20 cm³ d'acide N/10 pour 100 cm³ de sueur. L'auteur trouve, en outre, de fortes variations suivant les conditions physiologiques du sujet, variations que

l'on trouve encore plus amplifiées dans les cas pathologiques étudiés.

Plus récemment, **Kittsteiner** [166 à 169] a dosé l'acidité de la sueur à la phtaléine du phénol; il donne les limites extrêmes suivantes : 2 et 20 cm³ de HONa N/10 pour 100 cm³ de sueur.

Nos recherches personnelles, bien que peu nombreuses, nous ont permis de vérifier les données de ces deux auteurs; nous avons toujours trouvé des chiffres compris entre 10 et 15 cm³ d'acide N/10 pour 100 cm³ de sueur, la sueur d'un même sujet donnant des résultats quelque peu différents à plusieurs jours d'intervalle.

Il semble que l'on puisse admettre 5 et 20 cm³ comme limites de l'acidité titrable, dosable soit à la phénolphtaléine, soit au rouge de crésol.

b) ACIDITÉ MINÉRALE.

Hoppe-Seyler [144] est un des premiers auteurs à avoir attribué la réaction acide de la sueur à la présence de phosphate acide de sodium. **Fishberg** et **Bierman** [107], qui ont étudié l'équilibre acide-base de la sueur, n'ont pas parlé de l'acidité minérale. D'après les récents travaux de **Chatron** [70] sur le même sujet, les phosphates n'existeraient qu'à l'état de traces, ce qui laisse supposer que l'acidité minérale de la sueur est sensiblement nulle, si même elle existe. Comme on le sait, il n'en est pas de même pour l'urine dont l'acidité est en grande partie due aux phosphates métalliques (G. Denigès).

Nous avons dosé l'ion phosphorique total de la sueur et calculé sa part dans l'acidité en fonction du pH. D. D. Van Slyke [333] a donné une équation dérivée de celle de Henderson permettant de calculer le pourcentage $\frac{PO^4HM^2}{P^2O^5 \text{ total}}$ en fonction du pH et a établi la concordance presque parfaite des valeurs ainsi calculées avec les données expérimentales. Aussi avons-nous utilisé la méthode indiquée par Lafargue dans sa thèse de doctorat en pharmacie [177].

Nous n'avons fait qu'une expérience sur ce sujet. Elle nous a donné les résultats suivants :

Acidité réelle = 15 cm³ d'acide N/10 pour 100 cm³ de sueur;

P₂O₅ = 60 mg. pour 100 cm³ de sueur;

pH = 5,4.

Nous avons en outre dosé l'acidité organique libre par extraction à l'éther pendant une heure et demie; cette acidité organique libre éthero-soluble a été trouvée égale à 7 cm³ 3 d'acide N/10 pour 100 cm³ de sueur, et l'acidité restante (acidité non éthersoluble) était de 7 cm³ 8. Le total de ces deux acidités est assez voisin de l'acidité réelle.

D'autre part, nous avons voulu savoir quelle était la part de l'acidité phosphatique dans cette acidité non éthersoluble; calculée comme l'indique Lafargue, cette acidité phosphatique s'est montrée égale à 7 cm³ 9, c'est-à-dire égale à la totalité de l'acidité non éthero-soluble aux erreurs d'expérience près.

Les circonstances ne nous ont pas permis de faire d'autres observations; il eût été intéressant de voir si cette répartition de l'acidité titrable en acidité organique et en acidité phosphatique se retrouvait dans toutes les sueurs.

c) ACIDITÉ ORGANIQUE (TOTALE, VOLATILE ET FIXE).

De tout temps on a considéré la sueur comme riche en acides organiques. Le premier, Thénard, a isolé de la sueur, par distillation, de l'acide acétique. Depuis, de nombreux acides organiques de la sueur ont été découverts et parfois dosés; les principaux sont : les acides gras volatils de C¹ à C⁵, les acides lactique, urique, hippurique, citrique, oxalique, etc.

A notre connaissance, aucune étude quantitative n'a encore été faite sur l'acidité organique volatile et sur l'acidité organique fixe. L'acidité organique totale a été récemment étudiée par Chatron [70], qui a donné les chiffres suivants

exprimés en milliéquivalents par litre (ou centicubes de HONa N/10 par 100 cm³) :

58,0 14,7 35,0 40,0

Ces résultats ont été obtenus par la technique Van Slyke et Palmer, modifiée par Goiffon-Nepveux.

TECHNIQUE.

Dosage des acides organiques totaux. — Nous avons utilisé la méthode par extraction à l'éther indiquée par Lafargue [177]. Les acides organiques combinés ont été rendus libres par addition au liquide, préalablement saturé avec du sulfate d'ammoniaque, de quelques gouttes d'acide sulfurique jusqu'à pH 2; leur extraction, en même temps que celle de ceux qui étaient déjà libres, a été effectuée à l'aide de l'éther à une température de 65°-70° pendant une heure et demie dans un appareil analogue à celui qui a été utilisé par Clausen pour doser l'acide lactique dans le sang. Le titrage acidimétrique a été fait à pH 8,3 avec du rouge de crésol comme indicateur par HONa N/50 et titrage en retour par SO⁴H² N/100 (voir thèse Lafargue).

Nous avons opéré sur 3 cm³ de sueur pure ou de sueur traitée par l'acide tungstique. Les faibles traces d'albumine que l'on peut rencontrer dans la sueur ne gênent pas le dosage. Les résultats ont été exprimés en centimètres cubes d'acide N/10 par 100 cm³ de sueur.

Dosage des acides organiques volatils. — Nous avons également eu recours pour ce dosage à la technique décrite par Lafargue [177], méthode basée sur le principe suivant : les acides volatils sont déplacés par l'acide tartrique, distillés dans le vide à une température ne dépassant pas 45°, recueillis dans une petite quantité connue de solution alcaline, et dosés par titrage en retour de l'excès de cette dernière, en présence de phtaléine.

Nous avons opéré sur 5 cm³ de sueur pure ou de filtrat tungstique. Les résultats ont été exprimés en centimètres cubes d'acide N/10 pour 100 cm³ de sueur.

Dosage des acides organiques fixes. — Pour avoir l'acidité organique fixe, il suffit de retrancher l'acidité organique volatile de l'acidité organique totale.

RECHERCHES PERSONNELLES.

Les résultats que nous avons obtenus ont été consignés dans le tableau I; nous y avons ajouté les chiffres d'acide lactique en vue d'établir un pourcentage plus exact.

De l'étude de ce tableau se dégagent les conclusions suivantes :

1° Les chiffres d'acidité organique totale ont varié entre 12,75 et 45,50 cm³ de HONa N/10 pour 100 cm³ de sueur. Ils sont un peu au-dessous de ceux publiés par Chatron [70], mais nous savons que la méthode Van Slyke Palmer, modifiée par Goiffon-Nepveux, donne des chiffres plus élevés que ceux obtenus par l'extraction à l'éther et pouvant atteindre le double de ceux-ci (Lafargue [177]). On peut donc dire que les résultats obtenus par Chatron et par nous sont aussi comparables que l'ont permis les différences existant entre les méthodes utilisées.

L'acidité organique éthéro-soluble oscille entre 12,75 et 45,50 cm³ de HONa N/10 pour 100 cm³ de sueur, avec une moyenne de 26 cm³ 3. Sur les 11 analyses effectuées, huit résultats sont compris entre 15 et 30 cm³; il semble que ces chiffres puissent être pris comme chiffres normaux moyens.

2° L'acidité organique volatile est beaucoup moins variable que l'acidité organique totale; elle a varié entre les limites relativement étroites de 2 cm³ 4 et 5 cm³ 6 de HONa N/10 pour 100 cm³ de sueur avec 3 cm³ 8 comme chiffre moyen. Sur nos 11 analyses, 8 résultats sont compris entre 2 cm³ 4 et 4 cm³.

3° Si nous examinons le pourcentage de l'acidité organique volatile par rapport à l'acidité organique totale éthéro-soluble, nous voyons que ce pourcentage peut varier du simple au double, soit de 10 à 22 % avec une moyenne de 15 % environ. D'autre part, sur 11 résultats, 8 sont compris

TABEAU I. — Répartition des acides organiques.
(En cm³ d'acide N/10 pour 100 cc. de sueur.)

Numéro du prélèvement.....	4	7	8	13	14	18	20	28	32	33	34
Acidité organique éthersoluble..	42,75	45,50	49,75	25,25	28,88	17,68	48,43	28,88	28,90	29,70	39,80
Acidité organique volatile.....	2,87	5,63	3,59	3,73	3,97	2,45	3,48	3,95	4,80	2,40	5,20
Acide lactique.....	9,50	38,42	46,0	45,87	24,44	44,09	43,50	47,75	22,43	46,40	34,40
Total : Ac. org. vol. + Ac. lactique.	42,37	43,75	49,59	49,60	28,41	43,54	46,68	24,70	26,93	48,50	39,60
Pourcentages (par rapport à l'acidité organique totale éthersoluble).											
Acidité volatile.....	22,51	42,37	48,17	44,77	43,74	43,86	47,54	44,46	46,61	40,13	43,07
Acide lactique.....	74,63	83,78	84,01	62,86	84,63	62,73	74,46	61,63	76,57	67,93	86,43
Acidité organique dosée.....	97,14	96,45	99,48	77,63	98,37	76,59	92,00	73,09	93,48	78,06	99,50
Acidité organique indosée.....	2,86	3,83	0,82	22,37	4,63	23,41	8,00	26,91	6,82	21,91	0,50
Rapport : $\frac{\text{Acide lactique}}{\text{Acidité org. volatile}}$.	3,31	6,77	4,46	4,25	6,16	4,52	4,25	4,49	4,61	6,71	6,61

entre 12 et 18 % et 10 entre 10 et 18 %. Nous admettrons donc que l'acidité organique volatile de la sueur correspond à 10 à 18 % de l'acidité organique éthéro-soluble.

4° Dans le tableau I, nous avons ajouté les chiffres de l'acide lactique pour pouvoir faire la somme « acidité organique volatile + acidité lactique » et établir leurs pourcentages par rapport à l'acidité organique éthéro-soluble. Si nous laissons de côté les prélèvements n^{os} 13-18-28 et 33 dont nous parlerons tout à l'heure, nous sommes frappé par la grandeur et la constance de ce pourcentage; dans ces 7 cas, le pourcentage du bloc « acidité organique volatile + acide lactique » est compris entre 92 et 99,5 % de l'acidité organique totale éthéro-soluble avec une moyenne de 96,5 %. Si nous remarquons en outre que les erreurs d'expérience ne permettent guère une précision supérieure à 3 %, nous voyons nettement que la sueur ne peut contenir les autres acides (citrique, hippurique, etc.) qu'à l'état de traces ne dépassant pas au total 1 cm³ d'acide N/10 environ pour 100 cm³ de sueur.

5° Nous devons expliquer la raison qui nous a fait mettre de côté les résultats correspondant aux échantillons n^{os} 13-18-28 et 33. Nous avons opéré ainsi parce que *toutes ces sueurs et elles seules* ont été prélevées sur la poitrine et le dos, tandis que les autres étaient prélevées sur la figure, les bras, les jambes ou sur l'ensemble du corps. Nous sommes conduit à constater que ces échantillons ne se comportent pas comme les autres au point de vue de la répartition de l'acidité organique. Le pourcentage trouvé pour le bloc sus-indiqué dans la sueur du tronc (77-76-73 et 78) laisse place à la possibilité d'existence d'autres acides fixes en quantité notable.

C. — Les acides organiques.

Nombreux sont les acides organiques que l'on a trouvés ou cru trouver dans la sueur. Aussi allons-nous étudier séparément :

Les acides gras volatils;
L'acide lactique;
L'acide urique;
L'acide citrique;
Les autres acides (oxalique, hippurique, etc.).

I. — Acides gras volatils.

Après la découverte en 1794 par Deyeux et Parmentier [92] d'une substance odorante et volatile du sang, substance soluble dans l'eau, de nombreux auteurs ont recherché les substances odorantes et volatiles de la sueur. Au premier rang de ces substances se trouvent les acides gras volatils.

Le premier, **Thénard** [321] reconnut la présence d'acide acétique dans le produit de distillation de la sueur. Ce résultat fut confirmé par **Anselmino** [9] et **Berzélius** [39]. Malheureusement, dans les conditions des expériences, il pouvait y avoir décomposition partielle de la sueur, et ces premiers résultats sont loin d'être probants.

En 1852, **Favre** [103] indique seulement que « l'odeur très légère n'a rien de désagréable et ne rappelle nullement l'odeur repoussante de l'acide butyrique ou des acides volatils qui s'exhalent toujours de la sueur fermentée ». La présence d'acide butyrique dans la sueur fermentée a été, en effet, indiquée par **Lehmann** [183].

En 1853, **Robin** et **Verdeil** [254] ont assez longuement étudié la question. C'est ainsi que, pour eux, l'odeur de la sueur axillaire serait due à la mise en liberté de l'acide caproïque; ils admettent, en outre, l'existence des acides suivants à l'état libre ou salifié :

acide acétique;
acide caprylique;
acide butyrique;
acide hyrcéique;
acide caproïque;
acide capronique;
acide phocénique.

Nous devons également signaler que, pour ces auteurs, « c'est à la présence par dégagement dans l'atmosphère des vapeurs sudorales de l'un ou de plusieurs de ces acides gras volatils qu'il faudrait rapporter l'odeur de la sueur ». Disons à ce propos que, pour **A. Gauthier** [127], « l'odeur variable provient des bases volatiles (triméthylamine, méthylamine) et d'un produit volatil sulfuré, d'odeur alliagée, qui paraît lui-même résulter du dédoublement microbien d'un corps sulfuré plus complexe ».

En 1896, on peut lire dans l'article : « Sueur », paru dans l'*Encyclopédie* de Frémy [115], que celle-ci contient comme *éléments constants et normaux*, les acides gras volatils suivants : formique, acétique, propionique, butyrique, caproïque...

Aucun auteur du xix^e siècle ne semble avoir contesté l'existence d'acides gras volatils dans la sueur, mais malheureusement l'on n'a jamais identifié un seul d'entre eux. Certains auteurs donnent une grande importance à la présence d'acides gras volatils dans la sueur; c'est ainsi que l'acidité de la sueur a été tour à tour attribuée aux acides caproïque et caprylique par **Lehmann** et **Redtenbacher**, à l'acide formique par **Byassou**, et à l'acide valérique par d'autres. Pour **Schutzenberger**, la présence de ces acides caractérise surtout la sueur : « Ces corps n'apparaissent nulle part ailleurs, et la sueur chargée de leur élimination acquiert par là une grande importance comme liquide excrémentiel. » Si, à la fin du xix^e siècle, la croyance à la présence d'acides gras volatils était si générale, on pouvait espérer qu'au cours des années suivantes, des travaux seraient effectués sur ce sujet. A notre connaissance, il n'en a rien été jusqu'à présent.

Nous avons dosé le bloc de ces acides gras volatils; les chiffres ont déjà été donnés dans le tableau I. Nous verrons plus loin l'ordre de grandeur de leur carbone. Si l'on suppose, ce qui est très probable pour les sueurs envisagées, que le carbone des acides organiques volatils est sensiblement égal à la différence entre le carbone des acides éthéro-

solubles et le carbone de l'acide lactique, nous trouvons que l'acidité organique volatile globale a du carbone comme un mélange d'acides en C^1 et C^2 pour les sueurs 4-7 et 18 et comme un acide à 8 ou 10 atomes de carbone pour la sueur 14. Malheureusement, par manque de matériel, nous n'avons pas pu identifier les acides volatils existant dans la sueur.

II. — Acide lactique.

Alors que la présence d'acides gras volatils a été admise sans discussion, bien qu'on ne les ait jamais identifiés ou dosés, la présence de l'acide lactique a été longtemps discutée.

Anselmino [9], ou tout au moins **Berzélius** [39] ont reconnu la présence d'acide lactique. **Favre** [103] en donne le premier dosage : 0 g. 317 de lactate de sodium et de potassium par litre. Le travail de Favre, longtemps accepté, a été peu à peu battu en brèche et, dès 1880, la présence de l'acide lactique n'a plus été admise, tout au moins à l'état physiologique, car **Liebermann** [114] a signalé sa présence chez un malade atteint de fièvre puerpérale.

Au contraire, à partir de 1892, l'acide lactique semble définitivement admis comme constituant normal de la sueur (**Gautier et Frémy**), mais le fait est de nouveau contesté en 1912 par **Hugounencq** [150].

Plus récemment, 1923-1929, **Snapper et Grünbaum** [290] ont trouvé, les jours chauds, une assez grande quantité d'acide lactique (jusqu'à 1 g. pour 100 cm³ dans la sueur des joueurs de football), et **Schenek** 200 à 300 mg. après un léger effort. En 1930, **Koriakina et Kestownikoff** [172] en ont également trouvé des quantités notables dans la sueur après un violent effort physique. **Fishberg et Bierman** [107] ont indiqué des quantités d'acide lactique variant entre 23 et 34 cm³ d'acide N/10 par 100 cm³ de sueur.

La sueur normale a été étudiée par **Talbert** [264] en 1932; ses conclusions sont nettes : l'acide lactique est constam-

ment excrété dans la sueur en quantité appréciable, les cinq chiffres de l'auteur ont varié entre 71,23 et 160,45 mg. pour 100 cm³ de sueur.

En 1933, **Mosher** [227] a donné des chiffres plus bas : 34 à 107 mg. pour 100 cm³. et **Molinéry** [221] n'a décelé l'acide lactique que dans quelques échantillons, tandis qu'en 1934 **Mac Swiney** [202] admet une moyenne de 100 à 120 mg. pour 100 cm³.

Nous laissons de côté les résultats de **Dmitrenko**, **Okun** et **Mastrowaja** (sueur de dur travail).

TECHNIQUE.

Talbert a utilisé la méthode de Friedmann, Cotonio et Shaffer (*Journ. of Biol. Chem.*, 1927, t. LXXIII, p. 334) et Mosher la méthode gazométrique de Avery et Hastings [24]. Nous avons cru préférable d'employer la méthode de Friedmann et Graeser [117] qui dérive elle-même de la méthode de Boas (*Deuts. Med. Wochenschr.*, 1893, t. XIX, p. 940), et celle de Fürth et Charnass (*Bioch. Z.*, 1910, t. XXVI, p. 199). La méthode est basée sur l'oxydation de l'acide lactique en acétaldéhyde par le permanganate de potasse et en présence d'acide phosphorique et de sulfate de manganèse; le composé bisulfite recueilli est dosé par la méthode de Clausen [74]. La défécation préalable a été effectuée de la façon suivante :

Sueur	2 ou 3 cm ³ .
SO ⁴ Cu. 3H ² O à 20 %	5 cm ³ .
CaO	une pincée.
H ² O	q. s. p. 35 cm ³ .

On agite et on filtre. On recueille 50 cm³ du filtrat, et l'on opère comme l'indiquent les auteurs.

RECHERCHES PERSONNELLES.

Nous avons mis dans le tableau I les résultats obtenus exprimés en centimètres cubes d'acide lactique N/10 pour 100 cm³ de sueur. Nous donnons ci-dessous tous nos résul-

tats exprimés en milligrammes d'acide lactique pour 100 cm³ de sueur :

Echantillons	Acide lactique	Echantillons	Acide lactique
N° 4	85,50	N° 19	123,75
N° 7	342,12	N° 20	121,50
N° 8	144,00	N° 28	159,74
N° 11	195,75	N° 31	327,60
N° 13	142,87	N° 32	219,10
N° 14	219,94	N° 33	144,90
N° 18	99,78	N° 34	309,60

Minimum : 85,50.

Maximum : 342,12.

Moyenne : 188,30.

De l'ensemble de nos résultats il semble se dégager que le taux de l'acide lactique oscille le plus souvent de 80 à 220 mg. pour 100 cm³. Si nous comparons nos chiffres à ceux de Mosher, les nôtres sont nettement supérieurs, atteignant parfois le double ou le triple. Au contraire, ils sont assez voisins de ceux de Talbert, bien qu'un peu plus élevés, et de ceux de Fishberg et Bierman. De l'ensemble de ces divers travaux, on peut conclure que la sueur normale contient environ de 70 à 220 mg. d'acide lactique par 100 cm³.

III. — Acide urique.

La présence d'acide urique dans la sueur a été tour à tour admise et niée; elle n'a été définitivement établie que depuis quelques années.

Dès 1842, Charles Petit et Henry [242] ont admis sa présence, qui a été niée par Favre en 1852, puis de nouveau admise par Hamernijk [138] deux ans plus tard. Si l'acide urique n'existait pas dans la sueur normale, il pourrait cependant exister en quantité appréciable dans la sueur des gouteux et des rhumatisants; Garrod [124] a étudié cette question dans son *Traité sur la goutte*; ses conclusions sont nettes : il n'y a jamais trouvé d'acide urique.

Vers 1880 on n'admettait pas l'existence de l'acide urique dans la sueur, tout au moins à l'état physiologique, et malgré les travaux de **Tichborne** [324], pendant plus de trente ans, l'acide urique sera considéré comme un constituant exceptionnel (**Frémy** [115], **Hoelscher** [146], **Camerer** [62], **Riggs** [249], etc.).

En 1914, **Plaggemeyer** et **Marshall** [244] ont ouvert de nouveau la discussion; ils ont étudié 8 cas de sueur normale passive, et dans chaque cas ils ont reconnu la présence de l'acide urique en utilisant la méthode colorimétrique de **Folin** (*Journ. of Biol. Chem.*, 1913, t. XIII) et en opérant sur 100 à 200 cm³ de sueur; les résultats varient entre 0 mg. 05 et 0 mg. 18 de N urique par 100 cm³.

Depuis quatre ans environ, la question de la présence de l'acide urique a été reprise de divers côtés. C'est ainsi que **Maurin** et **Delas** [212] ont signalé des quantités d'acide urique variant depuis des traces jusqu'à 3 mg. par 100 cm³ de sueur, chez des personnes en traitement à Luchon. **Mosher** [227] cite les chiffres extrêmes de **Barney** [27] 0 mg. 0 et **Alder** [4] 30 mg. par 100 cm³; mais ses résultats personnels varient entre 0 mg. 2 et 0 mg. 5 de N urique par 100 cm³. **Chatron** [70] cite comme limites les chiffres de 0 mg. 2 et 0 mg. 4 d'acide urique par 100 cm³. Enfin **Talbert** et ses collaborateurs, utilisant la méthode de **Folin** et **Brown** (*Journ. of Biol. Chem.*, 1922, t. LI, p. 187), ont trouvé des chiffres variant entre 0 mg. 07 et 0 mg. 25 d'acide urique pour 100 cm³.

TECHNIQUE.

Nous avons utilisé la méthode colorimétrique de **Morriss** et **Macleod** [226 bis]. L'utilisation du réactif arsénotungstique donne une coloration bleue beaucoup plus intense que l'emploi du réactif phosphotungstique. Le seul inconvénient de cette méthode réside dans le fait que le liquide se trouble assez rapidement; nous avons remédié à cet inconvénient et pu faire des dosages en série en ajoutant dans chaque tube

0 cm³ 2 d'acide acétique aussitôt après avoir mis le réactif arsénotungstique. En effet, plusieurs séries d'expériences préalables nous avaient montré que le liquide final était d'autant plus limpide et de coloration stable que son pH était voisin de 6,0; dans ces conditions, la coloration et la limpidité se maintiennent un temps très long, pouvant atteindre dix et douze heures.

RECHERCHES PERSONNELLES.

Nous avons fait une douzaine de dosages et nous avons trouvé toujours des chiffres très bas et très voisins les uns des autres : 0 mg. 10 à 0 mg. 25 pour 100 cm³ de sueur.

Ces résultats sont absolument comparables à ceux de Talbert et un peu inférieurs à ceux de Mosher. Nous dirons donc avec ces auteurs que la sueur normale contient 0 mg. 1 à 0 mg. 3 d'acide urique pour 100 cm³.

IV. — Autres acides organiques.

Dans ce groupe, nous mettons tous les acides organiques qui n'ont été que rarement trouvés dans la sueur normale ou dont la présence constante est tout au moins douteuse.

Acide citrique. — Une sueur citrique a été signalée par Anselmino [9] à la suite d'une fièvre rhumatismale; mais il faut arriver à ces dernières années pour avoir quelques résultats à peu près certains. Chauncey D. Leake [183] a recherché et dosé l'acide citrique, après évaporation à sec, par la méthode de Denigès; il a trouvé une quantité d'acide citrique de quelques milligrammes par litre (1923). Plus récemment, Scherstén [273], utilisant la méthode de Thunberg, a trouvé que la teneur de la sueur en acide citrique ne dépasse pas 2 mg. par litre.

Acide hidrotique ou sudorique. — Isolé sous forme de sel d'argent par Favre [103], qui le décrit ainsi : « Combinaison argentique très peu soluble dans l'alcool absolu, contrairement au lactate d'argent; acide sirupeux, incristallisable,

soluble dans l'alcool absolu; sel d'argent se colorant à la lumière et se décomposant au contact de l'eau; la formule de ce sel d'argent serait : $C^{10}H^8AzO^{13}, AgO$; cette formule présente cette circonstance particulière que le nombre d'équivalents de carbone est le même dans l'acide hidrotique et dans l'acide urique, l'oxyde xanthique et l'acide inisique, ce qui peut faire soupçonner quelques liens de constitution. » Favre trouve 1 g. 56 de cet acide par litre sous forme de sels de sodium et de potassium. Gautier [127] lui donnerait pour formule : $C^{10}H^{16}Az^2O^{13}$, tout en mettant son existence en doute : « Le sudorate de soude est un sel à acide azoté peu connu; c'est peut-être un mélange de plusieurs corps. Sa composition le rapproche de l'acide cérique, qui n'existe pas dans la sueur normale. »

Acide malique. — Signalé par A. et P. Buisine [60] dans le suint de mouton, on ne l'a jamais retrouvé dans la sueur humaine.

Acide oxalique. — Indiqué par Frémy [113] comme constant et normal et par Hugounencq [130] comme improbable, trouvé par Buisine [59] dans le suint de mouton, signalé par Garrod dans la sueur des goutteux à l'état de sel de calcium, l'acide oxalique ne semble pas exister dans la sueur normale.

Acide hippurique. — D'après Gautier [127], l'acide hippurique apparaît chez ceux qui font usage de baumes ou qui suivent le régime lacté. Indiqué par Hugounencq [130] comme très improbable, il a été signalé par Buisine [59] dans le suint de mouton, mais n'a pas été retrouvé dans la sueur humaine.

Acide benzoïque. — Signalé par Meissner [216] dès 1859, il a été considéré par Hugounencq [130] comme improbable en 1912. Depuis cette époque, il semble n'avoir été le sujet d'aucun travail.

Acides stéarique, oléique, succinique, cérique, phénol-sulfurique, scatolsulfurique. — Indiqués comme éléments

constants et normaux par **Frémy** [115] sans aucune précision, signalés par **Buisine** [59] dans le suint de mouton, nous ne les avons trouvés signalés par aucun auteur moderne; ils n'ont été l'objet d'aucune étude sérieuse récente.

V. — Résumé.

A l'heure présente on peut affirmer la présence dans la sueur normale :

- d'acides gras volatils non identifiés;
- de l'acide lactique;
- de l'acide urique;
- de l'acide citrique.

Il existe peut-être dans la sueur d'autres acides, en particulier dans celle du tronc, d'après nos résultats. Mais, s'il en est ainsi, il n'en est pas moins certain que ces acides n'existent qu'à l'état de traces et restent non identifiés; ceux que l'on peut rencontrer le plus souvent, mais toujours d'une manière exceptionnelle, semblent être les acides benzoïque, hippurique et oxalique.

Il est inutile de dire que l'acide hidrotique de Favre n'existe pas dans la sueur, et qu'il en est de même des acides indiqués par Frémy et simplement trouvés par Buisine dans le suint de mouton, substance nullement comparable à la sueur humaine.

CHAPITRE IV

CARACTERES GENERAUX

Les caractères généraux de la sueur (volume, densité, extrait sec...) sont actuellement connus avec une assez grande précision. Nous avons cru inutile d'approfondir davantage les études faites sur ce sujet, mais il nous a semblé utile de réunir en un court chapitre les données actuellement admises sur les caractères généraux de la sueur.

I. — Volume.

Nous étudierons séparément la sueur continue ou « perspiration » et la sueur provoquée.

a) SUEUR CONTINUE.

Lavoisier et Seguin [181] ont été les premiers à mesurer la perte de poids provenant de la transpiration insensible et continue; ils ont admis les chiffres de 900 à 2.500 g. par vingt-quatre heures. En 1862, Colin [76] admettait une sécrétion sudorale horaire de 30 g. au repos et 100 à 200 g. dans un travail violent. Plus récemment, Dennig [89], Bouchard [49], Atwater [16], etc., ont admis une élimination horaire très variable mais toujours comprise entre 10 et 40 g.

Schwenkenbecher [281] a, lui aussi, mesuré la sécrétion sudorale horaire; elle serait, d'après lui, de 23 g., tandis que la sécrétion journalière atteindrait 672 g., chiffres qui

ne se correspondent pas. **Tereg** [349] a calculé l'élimination journalière par rapport au poids du corps; il a admis que la sueur continue de vingt-quatre heures atteignait $1/75$ du poids du corps; un autre auteur, **Hammersten** [139], a donné un chiffre plus fort : $1/64$. Dans son dictionnaire, **Wurtz** [343] considère comme normale une sécrétion de 700 à 900 g. par vingt-quatre heures, chiffres voisins de ceux donnés par **Lombard** [197] : 40 g. par heure en moyenne, et un peu supérieurs à ceux de **Mac Swiney** [202], 600 à 700 g. par vingt-quatre heures.

Frémy [145], tout en admettant ces valeurs normales, prétend que l'on peut atteindre fréquemment une élimination de 2 litres par vingt-quatre heures. Enfin, d'après les travaux précis de **Benedict** et **Root** [36], travaux publiés en 1926, il ressort que la « perspiration insensible » varie de 14 à 58 g. par heure, suivant les individus et suivant les saisons.

Quant aux chiffres de **Funke** et de **Dill** et ses collaborateurs, nous ne savons trop si nous devons les considérer comme valables pour la sueur continue. **Dill** [93] aurait obtenu chez quelques sujets une élimination journalière de 1,8 à 7,5 litres pendant plusieurs jours mais dans des conditions spéciales : climat très sec, température élevée, etc. Le chiffre limite de **Funke**, cité par **Gaube** [125], est à peine croyable : cet auteur admet la possibilité d'une sécrétion de 19 kilos de sueur en vingt-quatre heures.

b) SUEUR PROVOQUÉE.

Le volume de sueur que l'on peut recueillir varie énormément suivant le procédé utilisé. En un temps ne dépassant guère une demi-heure, **Chatron** [70] récolte de 60 à 140 cm³ de sueur, tandis qu'en vingt-cinq minutes seulement **Plagge-meyer** et **Marshall** [244] ont récolté de 50 à 420 cm³. En près d'une heure, **Mosher** [227] a obtenu moins de 250 cm³; pour avoir de 30 à 600 cm³ de sueur, **Barney** [27] a dû faire

suer ses sujets pendant cinquante à cent cinq minutes, tandis qu'en une heure et demie Favre [105] a obtenu jusqu'à 2 l. 560 de liquide. Le volume le plus élevé qui ait été recueilli en un seul prélèvement est indiqué par Fishberg et Bierman [107] : 4 litres en quelques heures. Signalons seulement pour mémoire le chiffre de 20 litres cité par Frémy [115] chez un sujet restant de très longues heures dans une étuve à 45°-50° et buvant abondamment pendant la sudation.

Personnellement, nous avons obtenu les quantités suivantes :

Visage seul en 1 heure : 9, 11, 12, 35, 12 cm³;

L'ensemble du corps en 25 minutes : 240, 350, 115, 280, 150 cm³;

L'ensemble du corps en 45 minutes : 205 cm³.

En terminant ces quelques lignes sur le volume de la sueur, il est intéressant de noter que les derniers travaux de Vasti [334], en 1932, ont montré que l'eau éliminée par la sudation n'était pas de l'eau d'interposition (*free water*), comme l'indiquait la théorie de Hancock, Whitehouse et Haldane [141], mais de l'eau de constitution ou d'hydratation, comme le laissaient prévoir les théories de Friboes [116] et de Rothman [260].

II. — Aspect.

Tout le monde est d'accord pour dire que la sueur est un liquide assez trouble. D'après les ouvrages généraux, comme ceux de Wurtz et de Frémy, la filtration clarifie entièrement la sueur : en réalité, après filtration, parfois même après défécation, la sueur se présente sous l'aspect d'un liquide incolore, mais nettement opalescent.

III. — Densité.

Les auteurs de la fin du xix^e siècle semblaient être d'accord pour donner à la sueur une densité variable mais toujours très faible : 1.001 à 1.007. Après les travaux de Kittstei-

ner [166], de Plaggemeyer et Marshall [244] et ceux plus récents de Chatron, on peut admettre que la sueur normale possède une densité comprise entre 1.005 et 1.010, et généralement égale à 1.007-1008.

IV. — Cryoscopie.

Nous mettons de côté les résultats de Brieger [53] $\Delta = -0,608$ et $-0,707$ obtenus dans des conditions spéciales. Tous les autres auteurs s'accordent à reconnaître que l'abaissement cryoscopique est très variable. Wurtz [343] admet les chiffres limites de $\Delta = -0,08$ et $\Delta = -0,46$, très voisins de ceux de Ardin-Delteil [203] : $-0,10$ et $-0,44$; dans ces limites, trouvent place aisément ceux de Strauss [295] : $-0,26$ à $-0,38$ et de Saint-Bogdan [266] : $-0,24$ à $-0,34$.

Les variations de l'abaissement cryoscopique semblent dues aux variations du taux des chlorures, qui est très bas suivant certains auteurs (35 mg. de Cl par 100 cm³) et très élevé suivant d'autres (jusqu'à 800 mg. dans ce même volume de sueur). Les recherches de Saint-Bogdan viennent à l'appui de cette opinion, en ce sens qu'il a constaté un certain parallélisme entre l'abaissement cryoscopique et la concentration en chlorures, notamment lors de l'injection de pilocarpine ou d'ingestion d'abondantes infusions de thé.

Saint-Bogdan a remarqué, en outre, que l'abaissement du point de congélation de la sueur augmente avec le temps, par suite d'une dissociation plus grande des électrolytes, vérifiée par l'étude de la conductibilité. L'auteur n'a pas utilisé l'appareil de Raoult, mais l'appareil de Guye et Saint-Bogdan, décrit dans les *Archives des sciences physiques et naturelles*, 1903, t. XV, p. 502, qui ne nécessite que 1 cm³ de sueur.

V. — Extrait sec.

Les chiffres les plus anciens ont conservé leur valeur : Anselmino [9] a trouvé, dès 1821, 0,50 à 1,25 % d'extrait. Au

cours du xix^{e} siècle, divers auteurs ont donné des résultats tantôt différents (Shottin : 2 g. 26), tantôt voisins (Favre : 0,44), tantôt identiques (Funke : 1,16; Harnack : 0,91). Vers 1900, Hoelscher [146] et Camerer [62] ont reculé la limite supérieure, la portant d'abord à 1,52 puis à 2,10 %. Enfin, tout récemment, **Barney** [27] admet une variation très grande : 0,40 à 2,20 %, tandis que tous les résultats de **Mosher** [277] sont compris entre 1,10 et 1,60 %.

Le rapport pour cent des substances minérales et des substances organiques de l'extrait ou résidu sec a été étudié par Harnack (70 % de matières minérales), par Hoelscher (45 à 75 %) et par Mosher (70-75 %). On peut admettre que l'extrait sec contient 60 à 75 % de matières minérales et 25 à 40 % de matières organiques. Si l'on compare ce pourcentage de matières minérales à celui des autres liquides de l'organisme, la sueur vient se placer aux côtés du liquide lacrymal qui en contient environ 70-72 %. Remarquons que ce taux élevé de substances minérales est connu depuis Chevreul [71].

VI. — Cendres.

Anselmino [9] a donné un seul résultat 0 g. 30 pour 100 cm^3 . Depuis, **Camerer** [62] a trouvé des résultats beaucoup plus élevés, allant de 0 g. 465 à 1 g. 042. Plus récemment, **Talbert** [302] a trouvé des chiffres se rapprochant de ceux d'Anselmino et variant entre 0 g. 234 et 0 g. 432 pour la sueur provoquée par la chaleur avec une moyenne de 0 g. 237. Plus près de nous encore Chatron donne des résultats du même ordre de grandeur : 0 g. 29 à 0 g. 54.

Il semble donc que l'on puisse admettre pour les cendres de la sueur normale les limites de 0 g. 25 et 0 g. 55 pour 100 cm^3 .

VII. — Toxicité.

Queirolo [246], **Cabitto** [61], ainsi que **Capitan** et **Gley** [65], puis **Mavrojannis** [213] étaient arrivés à admettre l'innocuité de la sueur, quand **Arloing** [13 et 14] affirma le contraire.

D'après cet auteur, il suffit d'injecter par voie veineuse 15 à 25 cm³ de sueur par kilo d'animal pour produire la mort en vingt-quatre à soixante-douze heures; il est arrivé aux mêmes conclusions en 1904 [15].

Ardin-Delteil [203] a repris en 1900 tous les travaux de ses prédécesseurs et opéré avec le plus de précautions possibles. Au cours de ses expériences, il s'est aperçu que seules les sueurs dont l'abaissement du point de congélation est inférieur à $-0^{\circ}30$ sont capables de provoquer la mort, les autres ne déterminant qu'un léger trouble. Ardin-Delteil est ainsi arrivé aux conclusions suivantes, qui sont encore admises actuellement :

- 1° La sueur de l'homme normal ne renferme pas de substances toxiques;
 - 2° Lorsque cette sueur tue, elle tue par osmo-nocivité.
-

CHAPITRE V

ELEMENTS MINERAUX

L'étude des éléments minéraux de la sueur a beaucoup préoccupé les auteurs. Presque aussitôt après l'analyse qualitative de Thénard, Anselmino a donné des résultats quantitatifs pour les éléments minéraux, et au cours du XIX^e siècle de nombreux travaux ont paru sur la question. Dans la période contemporaine, la plupart des auteurs modernes se sont contentés de doser les chlorures.

Personnellement, nous n'avons recherché et dosé que les chlorures et les phosphates.

Nous examinerons séparément les anions et les cations.

A. — *Anions.*

Quatre anions se rencontrent constamment dans la sueur; ce sont les ions :



L'ion Cl étant de beaucoup le plus abondant, c'est par lui que nous commencerons.

I. — Chlorures.

Les chlorures sont les constituants de la sueur les plus anciennement connus; il suffit, en effet, de goûter la sueur pour percevoir son goût salé très net. Les travaux de Thénard [321] n'ont fait que préciser le fait. Les premiers

dosages des chlorures ont été effectués par Anselmino [9], qui a trouvé par litre 2 g. 40 de chlorure de sodium et de potassium dans un échantillon et 6 g. dans un autre. En 1851, Schottin [277] a trouvé un chiffre intermédiaire : 3 g. 60 de ClNa. L'année suivante, Favre [105] a donné une moyenne de 2 g. 23 de ClNa et 0 g. 24 de ClK.

En 1893, Harnack [140], qui a opéré sur la sueur de rhumatisants, a trouvé 5 g. 20 de ClNa. Camerer [62] a donné trois résultats : 3 g. 40, 6 g. 60 et 7 g. 80 de ClNa par litre. Cramer [85] admet des chiffres plus faibles : moins de 3 g. 70 de chlorure de sodium éliminés par jour dans la sueur. Schwenkenbecher et Spitta [286] ont trouvé une moyenne de 3 g. 30 par litre, mais ont reconnu que chez l'homme suant facilement le taux des chlorures peut atteindre 6 g. 40 par litre. D'après Tereg [319], ClK et ClNa seraient dans le même rapport que 1 et 100.

Depuis la guerre, la question a été entièrement reprise. Adolph [2], en 1923, a trouvé au début de la sudation des concentrations de 25 à 60 milliéquivalents de Cl qui augmentent peu à peu pour atteindre 70 à 80 milliéquivalents au bout de trente minutes et s'y maintenir près d'une heure. A la même époque, Moss [228] a donné des chiffres semblables : 20 à 60 milliéquivalents de Cl par litre. Talbert [310], qui a calculé ses résultats en milligrammes de Cl par centimètre cube, a trouvé comme chiffres limites : 4,3 et 8,3 mg. avec des moyennes comprises entre 5,5 et 6,5, chiffres bien supérieurs aux précédents.

D'après Peters et Van Slyke [241], la sueur contient $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ fois plus de chlorures que le plasma. Levin et Seymour H. Silvers [189], ont donné les chiffres extrêmes de 103 et 467 mg. de Cl par 100 cm³ de sueur; mais ces auteurs ayant opéré sur les malades d'une clinique de dermatologie, nous ne pouvons tenir compte de ces résultats. Les chiffres de Fishberg et Bierman [107] (64 à 83 cm³ de ClH N/10 pour 100 cm³) correspondent à 70 à 80 % du chlorure sanguin d'après eux, et 60 à 83 % d'après leurs tableaux.

En France, Maurin et Delas [212] ont trouvé 0 g. 50 à 4 g. de ClNa par litre; Molinéry [222], 0 g. 50 à 6 g., et Chatron [70], 2 g. 14 à 4 g. 14; ces résultats ayant été obtenus dans les villes d'eaux, il se peut que ces chiffres soient légèrement influencés par le régime et le traitement propres à ces stations thermales.

Si nous examinons les travaux de 1933-1934, nous avons les résultats suivants :

Mosher [227] : 400 à 600 mg. Cl par 100 cm³;
Dill, etc. [3] : 10 à 26 milliéquivalents par litre.

Enfin le chiffre moyen de 15 milliéquivalents par litre a été donné dans l'*Annual Review of Biochemistry* de l'Université de Standford [8].

Si nous calculons tous ces résultats en milligrammes de chlore par 100 cm³ de sueur, nous obtenons le tableau suivant:

Anselmino	140 à 360
Schottin	216 en moyenne
Favre	145 en moyenne
Cramer	166 à 180
Camerer	210 à 470
Schwenkenbecher et Spitta...	200 en moyenne
Adolph	89 à 284
Moss	71 à 212
Talbert	430 à 830
Peters et Van Slyke	300 à 500
Levin et S. H. Silvers.....	103 à 467
Fishberg et Bierman	225 à 300
Mosher	400 à 600
Maurin et Delas.....	30 à 240
Molinéry	30 à 360
Chatron	128 à 252
Dill et ses collaborateurs	35 à 92
Université de Standford.....	53 en moyenne
Mac Swiney	180 et 220 en moyenne

TECHNIQUE.

La plupart des auteurs ont utilisé la méthode Charpentier-Vohlard; c'est celle que nous avons nous-même employée.

RECHERCHES PERSONNELLES (Résultats exprimés en mg. Cl par 100 cm³) :

Echantillon n° 2	245
Echantillon n° 7	197
Echantillon n° 8	242
Echantillon n° 14	162
Echantillon n° 18	153
Echantillon n° 24	178
Echantillon n° 27	169
Echantillon n° 33	249

Minimum : 153.

Maximum : 249.

Moyenne : 200.

Nos chiffres sont très supérieurs à ceux de Dills, qui avait soumis ses sujets à une diète de dix jours; ils sont voisins de ceux de **Chatron, Moss, Adolph, Levin et Silvers, Mac Swiney**, etc., mais ils sont très inférieurs à ceux de **Mosher, Peters** et **Van Slyke et Talbert**. Si nous réunissons les résultats de tous ces auteurs, sauf ceux de Dills (jeûne) et de Peters et Van Slyke (pas d'observation directe), nous arrivons au tableau suivant :

4 auteurs admettent des valeurs comprises entre 50 et 100 mg.;
13 auteurs admettent des valeurs comprises entre 100 et 200 mg.;
13 auteurs admettent des valeurs comprises entre 200 et 300 mg.;
4 auteurs admettent des valeurs comprises entre 300 et 400 mg.;
4 auteurs admettent des valeurs comprises entre 400 et 500 mg.;
2 auteurs admettent des valeurs supérieures à 500 mg.

Il semble donc que les chlorures existent en quantité importante dans la sueur; cependant, leur concentration varie énormément avec les conditions physiologiques. On peut admettre comme chiffre normal le taux de 100 à 300 mg. de Cl par

100 cm³ avec une moyenne de 200 mg., chiffre qui est également la moyenne de nos résultats.

II. — Phosphates.

On attribue généralement à Berthollet la découverte des phosphates dans la sueur. Vers 1810, Thénard [321] a signalé la présence de phosphates de sodium, de calcium et de fer.

Schottin [277], en 1851, est le premier à les doser; il a donné deux chiffres : l'un pour les phosphates terreux, 0 g. 39 pour 1.000 cm³, et un autre pour l'ensemble des phosphates et sulfates alcalins, 1 g. 31 par litre. Par contre, à la même époque, Favre [103] n'a trouvé que des traces de phosphates alcalins et alcalino-terreux. Vers 1892, Harnack [140] a indiqué, par litre, 0 g. 20 de phosphate de chaux et 0 g. 10 de phosphate de magnésie.

On peut dire que, depuis cette époque, l'on n'a jamais dosé les phosphates de la sueur normale jusqu'à ces toutes dernières années.

Chatron [70] n'a trouvé que des traces de phosphates, tandis que Molinéry [222] en trouve jusqu'à 1 et 2 g. par litre, mais ce dernier auteur a surtout étudié des rhumatisants. Talbert [314] admet des chiffres assez faibles de l'ordre de quelques milligrammes pour 100 cm³ de sueur, mais ici aussi il faut remarquer que l'auteur se trouvait dans des conditions spéciales, puisque les sujets étaient soumis soit à la diète, soit à un régime sévère.

TECHNIQUE.

Nous avons utilisé la méthode céruléo-molybdimétrique de Denigès [88] et la méthode au nitrate d'urane.

RÉSULTATS OBTENUS :

Echantillons n°.....	4	7	28	30	33	35
P ² O ⁵ (en mg. p. 100 cm ³).	31	53	36	44	48	60

Ces chiffres sont assez concordants; il semble que l'on puisse admettre pour teneur moyenne 30 à 60 mg. de P²O⁵ par 100 cm³ de sueur, chez un sujet s'alimentant normalement.

III. — Sulfates.

Dès 1821, **Anselmino** [9] a recherché et dosé les sulfates de la sueur; il donne les chiffres de 1 g. 03 et 2 g. 62 de sulfates alcalins par litre. Sauf pour **Kast** [162], qui admet 2 g. 42 par litre, ces résultats ont toujours paru beaucoup trop élevés.

Dès 1852, **Favre** [105] ne trouve que 0 g. 0115 de sulfates par litre. **Harnack** [140] en trouvera 0 g. 60. Mais les chiffres les plus récents donnés par **Mosher** [227] et **Talbert** [314] permettent de donner au taux des sulfates des limites assez étroites comprises entre 3 et 15 mg. de SO_3 par 100 cm^3 . Signalons cependant que, d'après **Chatron** [70], les sulfates seraient totalement défaut dans la sueur.

IV. — Carbonates.

En 1779, **Cruikshank** et, en 1787, **Jurine** [114] ont établi que l'air en contact avec la peau humaine peut se charger d'une certaine quantité d'acide carbonique; malgré quelques divergences dans les résultats des expériences faites à la suite de ces travaux, le fait de l'exhalaison de gaz carbonique par la peau fut définitivement confirmé par **Collard de Martigny** [77] dans son mémoire sur *L'exhalation gazeuse de la peau*.

Plus tard, vinrent les recherches plus précises de **Scharling** (Copenhague, 1845), comparant les deux exhalaisons gazeuses pulmonaire et cutanée en procédant à peu près comme l'avaient fait **Lavoisier** et **Seguin** pour la comparaison de l'exhalaison aqueuse par ces deux surfaces.

Les auteurs du xix^{e} siècle ont donné des chiffres énormes pour l'élimination du gaz carbonique par la peau en vingt-quatre heures :

Reinhard trouve.....	2 g. 33 (chiffre moyen)
Aubert	3 g. 87 (chiffre moyen)
Fubini et Ronchi.....	6 g. 80 (chiffre moyen)

Gerlach	8 g. 49 (chiffre moyen)
Abernethy, Röhrig.....	14 g. . (chiffre moyen)
Scharling	32 g. (chiffre moyen)

(D'après François Franck [114].)

Trouvera-t-on dans la sueur un chiffre de carbonates du même ordre ? Certainement non. Bien qu'aucun dosage précis n'ait été effectué, de l'avis unanime les carbonates n'existent dans la sueur qu'à l'état de traces, sauf lorsque la sueur est alcaline.

B. — *Cathions.*

La sueur normale contient quatre à cinq bases dont les métaux sont : Na, K, Ca, Mg et peut-être le fer. Le NH_4 sera étudié dans le chapitre consacré aux éléments azotés.

I. — Sodium.

Personne n'a jamais douté de la présence du sodium dans la sueur. Dès les premières analyses on a admis l'existence de chlorure, de phosphate et de sulfate de sodium. Malgré cela, le dosage de l'ion sodium a été rarement effectué. Tandis que Fishberg et Bierman [107] trouvent 75 à 82 cm³ de Na N/10 pour 100 cm³ de sueur, c'est-à-dire 60 % environ du sodium sanguin, Dills et ses collaborateurs [93] ne trouvent pas plus de 9 à 23 milliéquivalents de sodium par litre de sueur, mais il faut reconnaître que les sujets étudiés par Dills ont été soumis à une diète de dix jours.

Les résultats de Fishberg et Bierman, calculés en milligrammes, donnent une concentration de 170 à 190 mg. par 100 cm³. Ces chiffres sont deux fois plus faibles que ceux donnés par Talbert [311]; cet auteur admet, en effet, 350 à 400 mg. de Na par 100 cm³ de sueur; mais Talbert et ses collaborateurs n'ont pas dosé directement le sodium : ils se sont contentés de le calculer à partir des chlorures, et nous savons que Talbert admet deux fois plus de chlorures que l'ensemble des autres auteurs.

Enfin, d'après Moss [228], le Na neutraliserait 51 % du Cl; ce qui nous donnerait, en admettant 150 à 300 mg. de Cl par 100 cm³, 100 à 200 mg. de Na, chiffres voisins de ceux de Fishberg et Bierman.

De l'examen de ces divers résultats il semble que la concentration moyenne du sodium dans la sueur soit comprise entre 100 et 250 mg. pour 100 cm³.

II. — Potassium.

L'étude du potassium de la sueur n'est pas plus avancée que celle du sodium; nous ne pouvons admettre avec certitude les chiffres de Favre [103] ou Harnack [140], chiffres trop anciens, ni ceux de Dills [93] qui ont été obtenus pendant le jeûne. Seuls sont acceptables les chiffres de **Fishberg** et **Bierman** [107] : 20 à 40 mg. pour 100 cm³ et ceux de **Talbert** et **Haugen** [311] : 28 à 150 mg. avec une moyenne de 45 à 50. Ces derniers auteurs ont utilisé la méthode de Jacobs et Hoffman [154].

Il semble que l'on puisse admettre comme chiffres normaux moyens 30 à 60 mg. de K pour 100 cm³ de sueur. Mais alors le rapport Na/K, qui était voisin de 10 d'après Talbert, n'est plus égal qu'à 4 ou 5 et semblable au rapport Ca/Mg indiqué par Talbert.

Disons en outre que, d'après Fishberg et Bierman, le potassium de la sueur serait égal au potassium du sang, et que pour Moss [228], 41 % de Cl est neutralisé par K.

III. — Calcium.

Il est probable que la sueur contient des sels alcalino-terreux; Favre et Harnack en ont trouvé des quantités de l'ordre de quelques centigrammes par litre. **Fishberg** et **Bierman** [107] ont trouvé des chiffres à peu près constants, variant entre 5,3 et 5,7 milliéquivalents par litre, c'est-à-dire environ 110 mg.; ces auteurs admettent que le Ca de la sueur est égal au Ca sanguin.

Plus récemment, **Talbert** et **Carpenter** [67], utilisant la méthode de **Roe** et **Kahn** [236], ont trouvé 0,36 à 11,8 mg. de Ca pour 100 cm³ de sueur avec trois exceptions où la recherche a été négative. D'après eux, et contrairement à **Fishberg** et **Bierman**, le taux du calcium sudoral serait éminemment variable, tout en ayant une moyenne comprise entre 4 et 5 mg. pour 100 cm³.

IV. — Magnésium.

Harnack [140] semble être le premier auteur qui se soit intéressé à la question. Il admet la présence de phosphate de magnésie à la concentration de 0 g. 10 par litre de sueur.

Récemment, **Talbert** et **Carpenter** [311], utilisant la méthode de **Mac Crudden** [201], ont trouvé 0,14 à 4,5 mg. de Mg par 100 cm³, avec une moyenne de 1,19 et deux recherches négatives. Ces chiffres, tout en étant de l'ordre de ceux de **Harnack**, laissent apercevoir la variabilité extrême du taux du Mg sudoral.

V. — Fer.

L'existence du fer dans la sueur a été reconnue par **Thénard**, **Anselmino** et **Lavrand**. Seuls **Benedetto Viale** et **Vincenzo Pattini** [114] l'ont dosé: ils ont trouvé que l'élimination du fer par la sueur atteint 0 g. 0512 par vingt-quatre heures. Bien que ces travaux datent de 1860, nous n'avons trouvé aucun chiffre plus récent.

CHAPITRE VI

ELEMENTS AZOTES

L'élimination des corps azotés par la sueur a depuis longtemps retenu l'attention des chimistes et des physiologistes. Dès la fin du siècle dernier, Cramer [83], étudiant le bilan azoté, a signalé l'importance de cette voie d'élimination, la sueur pouvant éliminer d'après cet auteur une quantité d'azote atteignant 12 % de l'N total de l'urine. De l'ensemble des travaux sur ce sujet, travaux trop nombreux pour les rapporter ici, il résulte qu'un homme sain élimine journellement par la sueur 0 g. 30 à 1 g. 50 d'azote, ce dernier chiffre n'étant courant que sous les tropiques (Eijkmann).

L'azote est excrété sous des formes diverses, que nous allons successivement étudier :

- A. — N protéique;
- B. — N total non protéique;
- C. — N uréique;
- D. — N ammoniacal;
- E. — N aminé;
- F. — N de la créatinine;
- B. — N purique.

La connaissance de ces diverses formes d'azote nous permettra de tenter une répartition de l'azote non protéique.

A. — *N protéique.*

La présence de l'albumine dans la sueur a été presque aussi discutée que celle de la réaction. Signalée à la dose de 4 mg. par litre par Favre [105] dès 1852, puis par

Leube [187] en 1869, l'albumine ne fut longtemps considérée que comme un élément inconstant ou douteux, voire d'origine uniquement pathologique : ce fait est admis par tous les ouvrages de chimie biologique parus entre 1870 et 1912. **Gaube** [125], simple pharmacien gersois, consacra plusieurs années de sa vie à l'étude de l'albumine dans la sueur humaine; après avoir réuni plus de soixante travaux, nombre respectable à son époque, après avoir étudié les expériences de Leclerc sur l'albumine dans la sueur de cheval [184], il fit paraître en 1891 une note où il établissait définitivement l'existence de l'albumine dans la sueur humaine. Nous pouvons résumer avec lui toute la question de l'albumine en ces termes :

Thénard et Berzélius ont trouvé une matière animale dans la sueur; Anselmino et Schottin ont classé sous la rubrique osmazone et matière extractive toute la matière organique de la sueur. Funke n'en dit rien. Favre, plus précis, a décelé la présence de matières albuminoïdes. Ch. Robin (1867) a constaté l'existence de « traces d'une substance azotée coagulable analogue à l'albumine ». Leube (1869) a trouvé de l'albumine. En 1874, A. Gautier mit en doute l'existence des albuminates alcalins, et Garnier, dans l'édition de 1888 de l'*Encyclopédie de chimie* de Frémy, écrivit : « A côté de ces éléments (principes constitutifs normaux de la sueur), il y en a d'autres encore plus rares et dont la présence n'est pas constante, tels sont l'albumine... »

Gaube [125] a constaté la présence d'albumine dans toutes les sueurs qu'il a analysées. Il a utilisé la chaleur et l'acide acétique, et a conclu que la sueur contient en moyenne 0 g. 452 d'albumine par litre.

Plus récemment (1911-1913), **Kittsteiner** [167] n'a trouvé l'albumine que dans la proportion d'une fois sur quatre, et chaque fois à l'état de traces seulement. Depuis cette époque, l'albumine est considérée comme élément à peu près normal (puisque tous les auteurs défèquent pour doser l'N total non protéique), mais elle n'a été l'objet d'aucun travail récent à notre connaissance.

RECHERCHES PERSONNELLES.

Toutes nos recherches ont été positives, mais très légèrement pour la plupart. La méthode diaphanométrique de Denigès nous a donné des taux allant de traces jusqu'à 4 cg. par litre; 5 échantillons sur 7 nous ont donné 2 cg. et au-dessous.

Remarquons, en outre, que le réactif de Tanret donne un louche très net diminuant fortement à chaud; il semblerait donc qu'il y aurait dans la sueur des traces seulement d'albumine et des quantités notables de peptones et d'albumoses, quantités de l'ordre de quelques centigrammes par litre.

B. — *N total non protéique.*

Cramer [83] et Argutinsky [11] sont les premiers à avoir dosé l'azote total. On peut diviser l'étude de l'N total en trois périodes : avant 1914, de 1914 à 1926, depuis 1927.

Dans la première période, à côté des chiffres moyens d'Argutinsky [11] (77 et 110 mg. pour 100 cm³), nous trouvons les chiffres relativement faibles de Hoelscher [146] : 43 à 84 mg., et des chiffres très élevés donnés par Camerer [62] et Plaggemeyer et Marshall [244], qui admettent des chiffres atteignant presque 200 mg.

Dans la deuxième période, Barney [27] accroît encore les limites de variabilité : de 28 à 200 mg., limites entre lesquelles se placent aisément les chiffres de Talbert [313] : 34 à 163 mg. d'N pour 100 cm³ avec une moyenne de 80 mg.

Enfin, dans la troisième période, les limites se resserrent peu à peu. D'après Mosher [227], l'N total de la sueur serait compris entre 66 et 108 mg.

TECHNIQUE.

Principe. — Après kjeldahlisation, l'azote ammoniacal formé est dosé, après distillation, par nesslerisation ou mieux par microtitration au formol. Nous avons tout d'abord utilisé

la nesslerisation suivant la technique préconisée par Demenier [87] dans sa thèse. Mais, en raison du trouble assez accentué qui était de règle, nous avons dû abandonner cette méthode.

Mode opératoire. — Dans un ballon Kjeldahl de 200 cm³ on introduit :

Sueur déféquée ou non.....	2 cm ³
SO ⁴ H ² pur.....	1 cm ³
Oxalate de K à 30 %.....	XII gouttes.

La kjeldahlisation est faite ensuite suivant la méthode habituelle. On dose finalement après distillation par la micro-méthode au formol de H. Delaunay [88].

RÉSULTATS.

Nous avons obtenu les chiffres suivants : en milligrammes, par 100 cm³ de sueur :

56,3	50,5	57,0	48,0	54,0	50,0	59,0
	63,0	55,0	56,0	61,0		

Minimum : 48.

Maximum : 63.

Moyenne : 55.

Ces valeurs, établies sur 7 personnes différentes, sont d'une remarquable constance et se trouvent d'ailleurs dans les limites admises par Hoelscher [146], Barney, Talbert... et un peu au-dessous des chiffres de Mosher; il semble que l'on puisse admettre comme chiffres limites d'N total 40 et 100 mg. par 100 cm³.

Signalons que ces chiffres ont été obtenus par diverses méthodes de sudation.

C. — *N uréique.*

Nous avons déjà vu que Fourcroy [113] avait le premier découvert l'urée dans la sueur de cheval dès 1789. Vers 1821, Anselmino [9] n'a pas trouvé d'urée dans la sueur humaine. Landerer [178] fut le premier, en 1847, à trouver l'urée et a

signaler les sueurs d'urée dont nous parlerons à propos des sueurs pathologiques. Pendant une cinquantaine d'années, la présence de l'urée dans la sueur normale est restée quelque peu douteuse. Niée par Michaël Foster [111] et quelques autres, sa présence fut admise par Schottin [277], Favre [103] et la plupart des auteurs; elle le fut définitivement à partir de 1883.

Le premier dosage a été effectué par **Favre** en 1852; mais cet auteur n'en trouva que 4 cg. par litre, tandis que, quelques années plus tard, Funke en trouva 1 g. 55. Tous les résultats plus récents se placent autour de ce dernier chiffre.

Vers 1890, les chiffres généralement admis sont de l'ordre du gramme par litre :

Gaube [123], 1 g. 19;

Argutinsky [9], 1 g. 24;

Harnack [140], 1 g. 20.

Jusqu'alors, l'existence de l'ammoniaque préformée n'ayant pas encore été établie, on mettait sous le nom d'urée tout l'azote titrable à l'hypobromite. A partir de 1895 on a distingué l'azote uréique et l'azote ammoniacal.

Dès 1899, **Hoelscher** [146] a donné des chiffres qui sont encore acceptables; il a admis que l'N uréique est compris entre 31 et 43 mg. pour 100 cm³ de sueur. Deux ans plus tard, Camerer [62] a donné des chiffres très voisins : 31 et 51 mg.

En 1914, **Plaggemeyer** et **Marshall** [107] ont admis des limites si larges (26 et 132 mg.) que toute la question a dû être reprise.

Depuis la guerre, **Talbert** et ses collaborateurs, d'une part [306], **Levin** et **Silvers** [189], d'autre part, ont donné des chiffres limites du même ordre : 40 à 120 mg. pour 100 cm³. Tout au contraire, à la même époque, **Barney** [27] donnait des limites plus restreintes : 24 à 63 mg. Enfin, en 1933, **Mosher** [227] donnait des chiffres assez rapprochés, puisqu'ils étaient compris entre 40 et 80 mg., et, en 1934,

Mac Swiney admet une moyenne voisine de 90 mg. pour 100 cm³.

TECHNIQUE.

Le dosage de l'urée a été fait à l'aide du micro-uréomètre d'Ambard. Cette méthode nous ayant donné de bons résultats en clinique, nous l'avons également utilisée au laboratoire. Du chiffre d'*N* hypobromique total obtenu par cette méthode, on enlève celui de l'*N* ammoniacal dosé comme il sera indiqué plus loin, et l'on obtient ainsi *N* urée.

RECHERCHES PERSONNELLES.

Nous avons trouvé les valeurs suivantes exprimées en mg. de *N* uréique pour 100 cm³ de sueur :

30,1	31,1	33,3	33,7	39,1	33,4	34,1
		51,5	41,3	36,6		

Minimum : 30,1.

Maximum : 51,5.

Moyenne : 36,8.

Ces résultats, obtenus avec des sueurs normales, sont assez concordants. Ces chiffres sont dans les limites indiquées par Talbert et quelques autres, mais sont aussi dans celles plus précises de Barney et très voisins du chiffre inférieur de Mosher. Nous admettrons comme chiffres normaux moyens 30 à 70 mg. d'*N* uréique pour 100 cm³ de sueur.

D. — *N* ammoniacal.

Thénard avait bien signalé la présence d'ammoniaque dans les produits de distillation de la sueur, mais en raison de la technique utilisée, l'ammoniaque dosé pouvait provenir de la décomposition de l'urée. Ce doute sur l'origine de l'ammoniaque persista longtemps. Puis, jusque vers 1890, la présence d'ammoniaque fut admise comme exceptionnelle (Gorup-Besanez [131]), anormale (Frémy [115]) ou pathologique (A. Gautier [127]).

Argutinsky [11] est, croyons-nous, le premier qui ait

dosé l'ammoniaque préformée; il donne les chiffres de 4,2 et 5,5 mg. pour 100 cm³, chiffres un peu inférieurs à ceux que trouvera Camerer [62] quelques années plus tard, et qui sont compris entre 6 et 12 mg.

Les résultats de **Plaggemeyer** et **Marshall** [244] confirment les travaux de leurs prédécesseurs; 15 dosages donnent des chiffres compris entre 4,7 et 13,9 mg. pour 100 cm³.

Plus récemment, **Talbert** [307] a admis des valeurs normales comprises entre 5 et 18 mg. avec des exceptions ne dépassant pas 10 %. Ces données sont d'accord avec celles de **Maurin** et **Delas** [212] et de **Chatron** [70]. **Mosher** [227] a admis également les limites de 4 et 20 mg., mais ne trouve lui-même que des chiffres compris entre 8 et 15 mg. Tout dernièrement, en 1934, **Mac Swiney** [202] donne des moyennes comprises entre 4 et 6 mg. pour 100 cm³ de sueur.

TECHNIQUE.

Nous avons utilisé le micro-dosage au formol de H. Delaunay [88] en séparant l'azote ammoniacal de l'azote aminé par l'appareil de Yovanovitch après alcalinisation du liquide par une solution saturée de carbonate de lithine; nous avons ainsi dosé en même temps l'N ammoniacal et l'N aminé.

RECHERCHES PERSONNELLES.

Nous avons obtenu les chiffres suivants (résultats exprimés en mg. N [NH³] pour 100 cm³) :

Echantillon n° 4	4,9
Echantillon n° 8	4,5
Echantillon n° 13	3,8
Echantillon n° 18	4,1
Echantillon n° 20	6,0
Echantillon n° 28	6,6
Echantillon n° 30	3,5
Echantillon n° 14	11,6
Echantillon n° 19	5,3

Minimum : 3,5.

Maximum : 11,6.

Moyenne : 5,6.

Il semble que l'on puisse admettre comme chiffres normaux moyens : 4 à 15 mg. de N ammoniacal pour 100 cm³ de sueur

E. — N aminé.

L'azote aminé semble avoir été le dernier dosé parmi les composés azotés de la sueur. Bien que signalé par **Buisine** [59] dans le suint de mouton et par **Embden** [104] dans la sueur humaine, la présence des acides aminés dans la sueur n'a été établie que récemment.

L'azote aminé a été dosé pour la première fois par **Talbert** et **Haugen** [309] en 1926; des études de ces auteurs, il résulte que l'azote aminé de la sueur oscille entre 1,57 et 4,76 mg. par 100 cm³. **Mosher** [227], résumant les travaux de Talbert, Embden, Tachau et Neuberg, a admis des chiffres compris entre 1,6 et 6,4 mg. et trouvé lui-même des valeurs comprises entre 2,4 et 3,7 mg. Enfin, en 1934, **Mac Swiney** [202] a donné les chiffres de 5 et 6,5 mg. comme chiffres moyens.

Nous avons obtenu les chiffres suivants (résultats en mg. N [NH²] pour 100 cm³) :

Echantillon n° 4	12,4
Echantillon n° 8	4,88
Echantillon n° 13	4,1
Echantillon n° 18	2,3
Echantillon n° 20	5,3
Echantillon n° 28	5,4
Echantillon n° 30	6,2
Echantillon n° 14	12,75
Echantillon n° 19	3,0
Echantillon n° 33	1,8

Minimum : 1,8.

Maximum : 12,75.

Moyenne : 6,01.

Les limites admises par Mosher [227] (1,6 et 6,4) semblent être les limites du taux normal, mais il semble qu'ex-

ceptionnellement le taux de l'azote aminé de la sueur puisse atteindre 10 et 12 mg. pour 100 cm³.

F. — *N créatinine.*

Depuis la découverte par **Capranica** de la créatinine dans la sueur, elle a été généralement considérée comme un constituant anormal. Malgré les travaux de Cramer [85], on n'a pu affirmer avec certitude l'existence de la créatinine. En 1931, **Schumann** [278] admet que la créatinine existe normalement à un taux variant de 3,5 à 6,1 mg. pour 100 cm³, tandis que la créatine ne se trouve que rarement dans la sueur et toujours à l'état de traces. Trois ans plus tard, en 1933, **Mosher** [227] est arrivé aux mêmes résultats pour la créatine, mais n'a trouvé que 0,2 à 0,8 mg. de créatinine exprimée en N pour 100 cm³.

TECHNIQUE.

Nous avons utilisé la technique de Laudat [180] avec une prise d'essai de 0,1 ou 0,2 cm³ suivant les cas.

RÉSULTATS.

Nos résultats sont exprimés en mg. pour 100 cm³ de sueur :

	Créatinine	N créatinine
Echantillon n° 4	3,1	1,15
Echantillon n° 8	3,0	1,12
Echantillon n° 9	2,6	0,97
Echantillon n° 13	3,3	1,23
Echantillon n° 14	3,9	1,45
Echantillon n° 18	2,7	1,00
Echantillon n° 24	2,6	0,97
Echantillon n° 27	2,9	1,08
Echantillon n° 28	5,3	1,97
Minimum	2,6	0,97
Maximum	5,3	1,97
Moyenne	3,28	1,22

Nos résultats sont voisins de ceux de Schumann et nettement supérieurs à ceux de Mosher. Nous croyons pouvoir considérer comme normaux les chiffres entre 0,8 et 2 mg. d'N créatinine pour 100 cm³ de sueur.

G. — *N purique.*

Jusqu'à présent on a seulement recherché et dosé dans ce groupe l'N de l'acide urique. Nous avons déjà étudié cette question dans le chapitre III, aussi n'y reviendrons-nous pas ici.

H. — *N indéterminé.*

Bien qu'il soit intéressant de connaître le total de l'azote dosé et d'apprécier ainsi la quantité d'N indosé, aucun auteur ne semble avoir pris la peine d'établir ces chiffres. Mosher [227] est l'un des seuls à avoir dosé systématiquement les composés azotés de six sueurs provenant de trois sujets différents, ce qui nous a permis de calculer le pourcentage de l'N dosé par rapport à l'N total; cet auteur a obtenu les rapports suivants :

87,07	77,88	92,22	81,34	89,84	92,68
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Moyenne : 86,83 %.

RECHERCHES PERSONNELLES.

Nos recherches nous ont conduit à admettre le même chiffre d'N dosé : 87 à 88 % de l'N total. On trouvera dans le tableau II la répartition de l'azote en % de N total.

Si nous remarquons la constance du taux de l'N créatinine par rapport à l'N total (2 %) et celui de l'acide urique (0,5 %), nous pouvons généralement admettre les moyennes suivantes :

N (urée + NH³ + NH²), 86,3;

N créatinine, 2,0;

N acide urique, 0,5,

ce qui nous donne un pourcentage d'N dosé de 88 à 90 % d'N total.

TABLEAU II. — Répartition des éléments azotés en % de N total.

Échantillons n° ...	4	7	8	13	18	20	28	30
N urée	53,46	64,00	63,54	61,93	70,21	72,44	70,00	73,2
N ammoniacque ...	8,70	10,20	8,94	6,67	8,54	11,11	11,30	7,0
N aminé	22,03	12,46	9,66	7,19	4,79	9,82	9,2	12,4
N créatinine	2,04	1,96	2,22	2,16	2,08	—	—	—
N dosé	86,23	88,32	86,33	77,93	85,62	93,34	90,5	92,6
N indosé	13,77	11,68	13,67	22,03	14,38	6,66	9,3	7,4
N (urée + NH^3 + NH^2)	84,19	86,36	84,11	75,79	83,54	93,34	90,5	92,6

N (urée + NH^3 + NH^2) : moyenne : 86,3.

N dosé : moyenne : 87,61

I. — Rapports azotés.

Il nous a semblé intéressant d'établir divers rapports azotés, bien que jusqu'à présent on se soit contenté d'établir le rapport de l'N urée à l'N total.

Plaggemeyer et Marshall [244] l'ont étudié et ont rapporté les travaux de leurs prédécesseurs :

Argutinsky, 68,4 et 75,0 %;

Hölscher, 36,4 à 100,0 %;

Camerer, 34 et 34,6 %;

Riggs, 47,3 à 63,6 %;

Plaggemeyer et Marshall, 45,6 à 68,0 %.

Enfin, plus récemment, ont trouvé : Barney, 31,5 à 69,6, et Mosher, 60 à 75 %.

RECHERCHES PERSONNELLES.

De nos recherches, il résulte que le rapport N urée/N total varie entre 60 et 75 % et a pour moyenne 66,67 %, soit les 2/3.

Rapport	$\frac{\text{N NH}^3}{\text{N total}}$	Limites : 6,67 et 11,30 %.
		Moyenne : 9 à 10 %.

Rapport	$\frac{\text{N NH}^2}{\text{N total}}$	Limites : 4,79 et 22 %. Moyenne : 10 %.
Rapport	$\frac{\text{N créatinine}}{\text{N total}}$	très constant, oscille autour de 2 % à 1/10 près.
Rapport	$\frac{\text{N ac. urique}}{\text{N total}}$	très constant, 0,3 à 0,6 %.

CHAPITRE VII

ELEMENTS CARBONES

A. — *Historique.*

Contrairement aux éléments azotés, les documents relatifs aux éléments carbonés de la sueur sont rares. Nous n'étudierons pas ici les constituants contenant à la fois du carbone et de l'azote, ni les acides organiques, puisque ces deux questions ont déjà été étudiées dans d'autres chapitres.

Favre [103] note, en 1832, la présence de graisses dans la sueur (13 mg. par litre); depuis, toutes les recherches faites dans ce sens ont été vaines; cependant quelques auteurs ont signalé la présence du cholestérol, mais cette présence ne semble pas constante, elle serait même exceptionnelle.

Dans le diabète, le passage du glucose dans la sueur est connu depuis longtemps et est définitivement admis depuis une cinquantaine d'années. La recherche du glucose et des substances réductrices dans la sueur normale était plus délicate; aussi n'est-ce que récemment que cette étude a été entreprise. **Talbert** [312], utilisant la méthode colorimétrique de Folin et Wu, expérimenta sur 11 sujets différents; dans 28 expériences il trouva toujours du glucose en quantité notable et conclut que la sueur normale contient de 5,6 à 40 mg. de sucre pour 100 cm³, la moyenne étant aux environs de 15 mg. **Usher** et **Rabinowitch** [332], **Sutton** [298], **Comblet** et **Montgommery** ont trouvé du glucose à des taux variant entre 2,8 et 50 mg. pour 100 cm³. Plus récemment, **Mosher** [227] a donné des chiffres variant entre les limites beaucoup plus

étroites de 6 et 22 mg. pour 100 cm³, tandis que Moli-néry [222] trouve depuis des traces jusqu'à 14 mg. de glucose, et que Mac Swiney [202] admet des moyennes allant de 12 à 20 mg.

L'acétone découvert par Devoto [90] dans quelques sueurs pathologiques, a été quelquefois recherché dans la sueur normale, mais, même aujourd'hui, ces résultats paraissent douteux.

En dehors des corps dont nous venons de parler, les autres composés chimiques, tels que phénols, indoxyl, pigment, etc., n'ont jamais, croyons-nous, fait le sujet d'une étude, tout au moins quant à leur présence dans une sueur non pathologique.

B. — *Techniques.*

Nous avons dosé le carbone total par fusion alcaline suivant la micro-méthode de Nicloux-Lescœur légèrement modifiée; le carbone des acides organiques, par la méthode indiquée par Lafargue; les substances réductrices probablement glucidiques exprimées en glucose, par la méthode de Baudouin et Lewin; les phénols totaux, par celle de Theis et Benedict; l'indoxyl, par la méthode de Heitz, Boyer-Grigault [144 bis].

I. — Dosage du carbone total.

Nous avons utilisé la méthode de Nicloux-Lescœur [232] avec une prise d'essai de 2 cm³; nous n'indiquerons pas en détail cette méthode bien connue que l'on trouvera décrite dans le *Traité de chimie analytique* de Denigès, Chelle et Labat [88]; nous ne parlerons que des modifications que nous avons pu y apporter.

La première partie de la méthode (fusion alcaline) se fait sans difficulté; il en est de même pour la précipitation des carbonates par la baryte.

L'auteur dit ensuite de laver et de centrifuger jusqu'à ce que les eaux de lavage ne colorent plus la phthaléine en rose; d'après Mme Braconnier [52], trois lavages seraient suffi-

sants. Nous ne sommes pas de cet avis. Toujours, sauf pour quelques essais à blanc, nous avons obtenu le virage en rouge de la phtaléine après le troisième et même le cinquième lavage, parfois après le huitième ou même exceptionnellement le dixième.

En raison de ces nombreux lavages, le dosage devient très long; il faut compter trois à quatre heures.

Nous avons pensé qu'il serait possible de diminuer le nombre de ces lavages et d'obtenir plus d'homogénéité dans les résultats en prenant le pH du dernier liquide de lavage. Pour cela, nous avons fait des essais à blanc, nous arrêtant à plusieurs pH compris entre 9,4 et 8,1 (pH pris avec les indicateurs R. P. et rouge de phénol du nécessaire Bruère).

Témoins ou essais à blanc :

10 cm³ de ClH N/20 étant neutralisés par 10 cm³ HONa N/20, il faudra :

9,90 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	8,1
9,90 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	8,4
9,90 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	8,6
9,85 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	8,8
9,80 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	9,0
9,75 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	9,1
9,70 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	9,2
9,65 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	9,3
9,60 cm ³ HONa N/20 si le lavage est arrêté à pH....	9,4

En pratique, nous avons arrêté nos lavages à des pH compris entre 8,5 et 9,1, chiffres qui nous seront fournis au cinquième ou sixième lavage, comme le montre le tableau suivant :

Sueurs n°.....	8	12	13	14	17	18	19	20	23	24	26	27
4 ^e lavage	9,6	9,4	9,6	9,1	9,0	9,1	9,1	9,0	9,5	9,1	9,0	9,1
5 ^e lavage	9,4	9,2	9,1	8,8	8,8	8,8	8,9	9,0	9,3	8,9	8,8	8,9
6 ^e lavage	9,1	9,0	8,8	8,8	8,8	8,5	8,8	8,8	9,1	—	—	—
7 ^e lavage	9,0	9,0	8,5	8,7	—	—	8,6	—	—	—	—	—
8 ^e lavage	8,6	—	—	8,5	—	—	—	—	—	—	—	—

La méthode, ainsi modifiée, nous a donné d'excellents résultats. Nicloux admet en effet une erreur en plus ou en moins de 3 %; lors de nos vérifications, sauf une fois, nous sommes toujours resté au-dessous de ces limites.

	Erreur
	—
1 ^{er} essai : 238,9; 241,8; 238,1	2,4 %
2 ^e essai : 52,5; 53,4	1,7 %
3 ^e essai : 177,2; 184,7	4,0 %
4 ^e essai : 129,0; 127,5; 129,0	1,1 %

L'erreur moyenne est donc de 2 à 2,5 %; les chiffres trouvés ne s'écartent jamais de plus de 2 % du chiffre moyen, même pour trois dosages.

La méthode de Nicloux-Lescœur, ainsi très légèrement modifiée, nous a donné entièrement satisfaction.

II. — Dosage du carbone des acides organiques totaux.

Nous avons utilisé la méthode indiquée par Lafargue [177]; remarquons que nous avons dû éliminer les phénols, puisque nous en avons trouvé des quantités appréciables dans la sueur.

Signalons en outre que l'essai à blanc est absolument nécessaire, car il faut, pour arriver à la neutralisation, plusieurs centimètres cubes de ClH. N/20; malgré cela, nous avons obtenu des résultats concordants.

III. — Dosage des corps réducteurs de nature glucidique.

Pour ce dosage, nous avons utilisé la méthode de Baudouin et Lewin [88] à cause de sa sensibilité très grande, de la simplicité des manipulations et des résultats très satisfaisants qu'elle fournit. Cette méthode est suffisamment connue pour qu'il soit inutile de la décrire. Disons seulement que notre

prise d'essai fut de 2 cm³ de sueur, que nous avons étendus à 20 cm³ au lieu de 30 et recueilli 15 cm³ du filtrat, ces 15 cm³ correspondant à 1 cm³ 5 de sueur.

Pour obtenir le carbone des corps réducteurs de nature glucidique, nous avons multiplié par 0,40 les résultats exprimés en glucose.

IV. — Dosage des phénols.

Nous trouvant la plupart du temps en présence de prélèvements conservés en milieu acide, nous nous sommes contenté de doser les phénols totaux sans doser les phénols libres.

Pour ces dosages, nous avons fait choix de la méthode colorimétrique Theis et Benedict [320], étudiée et modifiée par Marenzi [208].

PRINCIPE. — Les phénols donnent avec la paranitroaniline diazotée des composés de couleur orange se prêtant à un dosage colorimétrique.

RÉACTIFS :

Gomme arabique à 1 %.

CH³COONa à 50 %.

CO³Na² anhydre à 20 %.

HONa à 10 %.

ClH concentré pur.

ClH N/10.

Solution de paranitroaniline (0,6 g. dans 200 cm³ d'eau contenant 16 cm³ de ClH concentré), solution diazotée au moment de l'emploi par addition à 25 cm³ de 0,75 cm³ de NO²Na à 10 %.

Solution témoin : solution de phénol à 1/1.000 dans ClH N/10.

Tous les trois ou quatre jours, on fait une solution diluée à 1/10 (soit 0,1/1.000) et extemporanément une solution à 0,020/1.000 par dilution au 1/5 de la solution précédente.

Etalons : dans 3 tubes à essais, on met : 5 cm³ dans le premier, 3 cm³ dans le deuxième, 2 cm³ dans le troisième de la solution extemporanée précédente; on complète dans chaque tube à 5 cm³ avec de l'eau distillée.

TECHNIQUE. — Dans un tube à essai, on met 2 ou 3 cm³ de filtrat tungstique, on complète à 5 cm³ avec de l'eau distillée. On opère alors simultanément sur l'échantillon et sur les témoins. Dans chaque tube on ajoute 0,25 cm³ de ClH pur, on porte vingt minutes au bain-marie bouillant, on laisse refroidir, on neutralise alors le ClH ajouté avec HONa à 10 % (un essai préalable a permis de savoir la quantité de HONa à 10 % qu'il faut pour neutraliser 0,25 cm³ de ClH pur, 2,1 cm³ dans nos expériences).

L'hydrolyse étant ainsi effectuée, on pratique le dosage. Pour cela, dans chaque tube ainsi neutralisé, on ajoute 1 cm³ de la solution de gomme arabique et 1 cm³ de la solution de CH₃COONa; on agite. On ajoute ensuite 1 cm³ de la solution de paranitro-aniline diazotée, on laisse une minute en contact, puis on agite. Après quoi on ajoute 2 cm³ de solution de CO₃Na², on agite, on attend cinq minutes et l'on compare au colorimètre.

Cette méthode n'ayant jamais été appliquée à la sueur, à notre connaissance, nous nous sommes livré à un certain nombre d'essais. Le tableau suivant montre l'erreur pour cent du chiffre moyen au cours des essais effectués sur 5 échantillons différents (en mg: de phénol par litre) :

Sueur n° 17 :	30,0; 31,0	1,6 %
Sueur n° 5 :	159,0; 156,3; 157,5	0,8 %
Sueur n° 28 :	39,2; 38,7; 39,3	0,8 %
Sueur n° 13 :	45,9; 43,5	2,7 %
Sueur n° 9 :	28,6; 27,8; 27,8	1,4 %
Sueur n° 8 :	29,8; 28,2	2,7 %

Remarquons en outre que les sueurs n°s 8 et 9 proviennent d'un même prélèvement, mais la sueur n° 8 a été déféquée à l'acide tungstique, alors que la sueur n° 9 a été déféquée à l'acide trichloroacétique.

C. — *Résultats obtenus.*

I. — *Éléments carbonés.*

Nous avons déjà établi la présence de certains éléments carbonés et avons donné des résultats pour les acides organiques et les éléments carbonés contenant de l'azote. Nous allons indiquer ici nos recherches sur le carbone glucidique, les phénols et quelques autres constituants.

a) CARBONE RÉDUCTEUR DE NATURE GLUCIDIQUE.

La méthode de Baudouin et Lewin nous a donné les résultats suivants (exprimés en mg. de glucose pour 100 cm³) :

Echantillon n° 4	8
Echantillon n° 7	10
Echantillon n° 8	9
Echantillon n° 11	3,5
Echantillon n° 12	5
Echantillon n° 13	4
Echantillon n° 14	3
Echantillon n° 17	4
Echantillon n° 18	3
Echantillon n° 19	3
Echantillon n° 20	5

Minimum : 3.

Maximum : 10.

Moyenne : 5,2.

Nos chiffres sont inférieurs à ceux de Talbert; il est vrai qu'en général on admet que la méthode de Baudouin et Lewin, plus sélective, donne des chiffres plus bas que celle de Folin et Wu. Remarquons en outre que nos résultats concordent avec ceux de Molinéry, Comblet et Montgommery, etc., et ne s'éloignent pas beaucoup de ceux de Mosher.

De la réunion de toutes ces données, il résulte que la sueur normale contient du carbone réducteur d'origine glucidique à un taux compris entre 3 et 20 mg. par 100 cm³, ce carbone étant exprimé en glucose.

b) PHÉNOLS TOTAUX.

Nous avons obtenu les résultats suivants (exprimés en mg. de phénol pour 100 cm³) :

Echantillon n° 4	2,1
Echantillon n°s 8-9	2,9
Echantillon n° 11	5,75
Echantillon n° 13	4,47
Echantillon n° 14	17,90
Echantillon n° 17	3,1
Echantillon n° 18	2,8
Echantillon n° 19	3,94
Echantillon n° 20	4,31
Echantillon n° 28	3,90

Minimum : 2,1.

Maximum : 17,9.

Moyenne : 5,1.

Sauf une exception (échantillon 14), tous les échantillons divers donnent des taux compris entre 2 et 6 mg.

De ces recherches, les seules sur ce sujet, à notre connaissance, la sueur contient normalement des phénols libres ou éthérifiés, à un taux relativement élevé qui est presque toujours compris entre 2 et 6 mg. par 100 cm³, mais qui peut atteindre parfois 13 à 20 mg. Remarquons que le chiffre fort signalé a été obtenu pour une sueur provenant presque exclusivement des membres inférieurs.

c) DIVERS.

Nous avons recherché dans 5 à 7 échantillons l'acétone et l'indoxyle.

Acétone. — Les quelques recherches effectuées ont été négatives.

Indoxyle. — Les recherches effectuées pour déceler la présence de ce corps ont été négatives. La sueur ne semble pas contenir d'indoxyle à l'état normal.

Pigments. — Nous n'avons pas, à proprement parler, recherché les pigments. Des pigments colorés ont été trouvés dans certaines sueurs pathologiques; mais la sueur normale est toujours incolore, bien que légèrement trouble. On peut dire que la sueur normale ne renferme pas de pigments.

II. — Répartition du carbone.

Avant de donner un essai de répartition du carbone sudoral, nous devons donner quelques résultats sur le carbone total.

En quinze expériences nous avons trouvé des valeurs de carbone total comprises entre 52,84 et 280,9 mg. avec une moyenne de 110 mg. de carbone pour 100 cm³.

Pour le calcul du carbone des éléments carbonés, nous avons utilisé les coefficients suivants :

C du glucose	0,4	x	Glucose.
C des phénols	0,766	x	Phénol.
C de la créatinine.....	0,424	x	Créatinine.
C de l'urée	0,428	x	N urée.
C des acides aminés.....	1,71	x	N acides aminés.
C de l'acide lactique.....	0,4	x	Acide lactique.

On trouvera dans le tableau III la répartition du carbone sudoral.

TABLEAU III. — Répartition du carbone de la sueur.
(en mg. pour 100 cm³).

Échantillons n ^{os}	4	7	14	18	24	27
Carbone total.....	79,39	277,39	199,04	70,02	53,24	52,95
C glucidique	3,20	4,90	1,20	1,20	1,60	1,40
C acides organiques.....	39,22	147,90	133,00	43,39	39,42	30,44
C acide lactique.....	34,20	141,12	87,94	39,92	35,53	25,70
C des phénols.....	1,57	19,15	15,07	2,14	0,87	1,25
C créatinine	1,31	4,21	1,63	1,11	1,53	1,63
C de l'urée.....	12,88	53,36	13,06	14,42	7,62	8,23
C des acides aminés.....	21,10	39,11	21,80	3,93	1,37	1,93
C dosé	79,38	267,76	187,78	66,42	52,41	44,92
C lié à N.....	35,39	96,71	36,51	19,49	10,52	11,83
C non lié à N.....	43,99	171,05	151,27	46,93	41,89	33,09

Maintenant que nous connaissons la répartition du carbone de ces six sueurs, il est intéressant de calculer quelques rapports.

Calculons d'abord le carbone dosé et la répartition du carbone en % de carbone total; nous avons alors le tableau IV.

TABLEAU IV. — Répartition du carbone en % de C total.

Échantillons n ^{os}	4	7	14	18	24	27
C acides organiques.....	49,40	53,32	67,84	62,27	74,04	57,40
C glucidique	4,03	1,44	0,60	1,71	1,71	2,66
C des phénols.....	1,98	6,90	7,57	3,06	1,63	2,36
C de l'urée.....	16,22	19,23	6,54	20,60	14,31	15,77
C des acides aminés.....	26,68	14,10	10,96	5,61	2,57	3,65
C créatinine	1,65	1,34	0,83	1,63	2,88	3,12
C dosé	99,96	96,53	94,34	94,88	98,44	85,04
C indosé	0,04	3,47	5,66	5,12	1,56	14,96
C lié à N.....	44,35	34,86	18,35	27,84	19,76	23,32
C non lié à N.....	55,45	65,14	81,65	72,16	80,24	76,68

De la lecture de ce tableau, il résulte que :

- 1° Le rapport du $\frac{\text{C des acides organiques}}{\text{C total}}$ varie entre 50 et 75 % et est en moyenne de 60 %;
- 2° Le carbone glucidique varie entre 0,6 et 4 %;
- 3° Le carbone du phénol, un peu moins variable, varie cependant de 1,63 à 7,57 %;
- 4° Le carbone de l'urée varie entre 15 et 20 % (une seule exception; il y a une certaine constance);
- 5° Le carbone des acides aminés varie dans la proportion de 1 à 10 : 2,6 à 26 %;
- 6° Le carbone de la créatinine varie dans la proportion de 1 à 4, puisqu'il varie de 0,8 à 3,1 %.

Rapport $\frac{\text{C}}{\text{N}}$ varie entre 1,3 et 1,95 %.

Rapport $\frac{\text{C lié à N}}{\text{C total}}$ varie de 18 à 45 %.

Rapport $\frac{\text{C lié à N}}{\text{N total}}$ varie de 35,4 à 62,83 %.

Rapport $\frac{\text{C ac. organiques}}{\text{C non lié à N}}$ varie de 86,5 à 94,1 %.

Rapport $\frac{\text{C}}{\text{N}}$ des corps dosés varie de 1,6 à 2,36 %.

CHAPITRE VIII

VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES DE LA SUEUR NORMALE

Nous venons d'étudier la composition de la sueur normale obtenue dans des conditions bien déterminées (sueur totale de chaleur prélevée en un temps compris entre vingt et trente minutes). La question qui se pose maintenant est la suivante : la composition de la sueur varie-t-elle :

- 1° suivant les parties du corps ?
- 2° suivant le moyen de sudation employé ?
- 3° suivant la quantité de sueur émise ?
- 4° suivant l'alimentation du sujet ?
- 5° suivant l'âge ou le sexe du sujet ?
- 6° suivant la température à laquelle s'effectue la sudation ?

Enfin il est intéressant de rechercher si la sueur d'un même sujet présente des différences soit à quelques mois d'intervalle, soit au cours d'une même sudation.

A. — *Variation suivant la partie du corps.*

Schottin [277] et **Funke** [121] ont, les premiers, mis en évidence la différence des sueurs provenant des diverses parties du corps; ils ont montré, en particulier, que la sueur axillaire contient presque deux fois plus de cendres que la sueur des pieds (4 % au lieu de 2,4 %).

Mais une étude comparative systématique n'a été faite que récemment (1922 à 1932) par **Talbert** pour le pH [300, 303] et les cendres [302 et 304], par **Levin** et **Silvers** pour l'azote

total, l'urée, les chlorures et le glucose [189]. Nous pouvons résumer ainsi les travaux de ces auteurs.

pH. — Dans une première série d'expériences, Talbert a trouvé les résultats suivants (moyenne de 7 expériences, sueur de chaleur) :

Figure	6,00
Poitrine	5,72
Bras	5,70
Jambes	5,51

Dans deux autres séries d'expériences, il a trouvé des chiffres très voisins :

Figure	5,99
Poitrine	5,68
Bras	5,50
Jambes	5,39

Ces résultats ne concordent pas avec ceux de Kittsteiner, suivant lequel la sueur des bras serait la plus acide, puis celle de la figure, tandis que celle des jambes serait neutre.

Cendres. — Talbert est arrivé aux résultats suivants :

	Sujet nu	Sujet couvert
Bras	(³)	0,372 %
Jambes	0,219 %	0,256 %
Poitrine	0,365 %	0,438 %

Les chiffres de la première colonne ont été obtenus le sujet étant nu dans un cabinet de sudation, et ceux de la deuxième colonne les diverses parties du corps du sujet étant enveloppées de toile caoutchoutée.

De l'examen des résultats ci-dessus, il semble que l'on puisse conclure les deux points suivants :

1° Le taux des cendres varie suivant les parties du corps; le taux le plus faible est obtenu pour la sueur des jambes, et le taux le plus élevé pour la sueur de la poitrine;

2° Le taux des cendres est différent suivant que le sujet est nu ou est recouvert de vêtements imperméables.

Levin et Silvers ont obtenu les résultats ci-dessous (exprimés en mg. pour 100 cm³) :

N total :

Tronc	22,5 à 133,0
Jambes	43,4 à 143,0
Bras	34,8 à 144,9

Urée :

Tronc	18,0 à 111,0
Jambes	38,1 à 116,0
Bras	21,6 à 120,0

Chlorures :

Tronc	103,0 à 443,0
Jambes	190,0 à 467,0
Bras	116,0 à 425,0

Glucose :

Tronc	6,1 à 25,0
Jambes	8,4 à 25,6
Bras	11,0 à 25,0

Les chiffres de Levin et Silvers sont des extrêmes et non des moyennes, comme ceux de Talbert. D'après les résultats de Levin et Silvers, il semble que les divers constituants de la sueur varient entre des limites semblables, quelles que soient les parties du corps envisagées.

Aucun des auteurs précédents ne paraît avoir comparé systématiquement les échantillons de sueur prélevés sur les diverses parties du corps d'un même sujet. Personnellement, nous avons opéré comparativement sur quatre sujets. Nos résultats ont été réunis dans le tableau V.

A vrai dire, ce tableau peut paraître très incomplet, mais les lacunes s'expliquent par les difficultés que nous avons rencontrées pour prélever des quantités suffisantes de sueur. C'est ainsi que nous avons recueilli seulement de 5 à 20 cm³ de sueur provenant de la figure, 20 à 30 cm³ pour les membres supérieurs ou les membres inférieurs; seul le tronc nous a donné chaque fois un volume supérieur à 100 cm³.

TABLEAU V.

Variations de la composition de la sueur suivant les parties du corps.

F = Figure. — T = Tronc. — M. S. = Membres supérieurs

M. I. = Membres inférieurs.

SUJET	A				B				C				D			
	F	M. S.	T	M. I.	F	M. S.	T	M. I.	F	M. S.	T	M. I.	F	M. S.	T	M. I.
PARTIE DU CORPS.																
pH	6,3	5,2	5,4	4,7	4,7	5,8	6,9	6,4	7,4	6,8	6,7	7,5	7,2	7,0	6,9	6,4
N total	»	»	57	»	63	55	40	54	35	33	30	46	»	»	30	82
N urée	»	»	33,3	»	»	»	33,7	30,4	»	»	27,8	33,1	»	»	37,9	»
N ammoniacque	»	»	3,8	»	»	5,3	4,1	6,0	»	»	2,6	»	»	»	3,7	»
N aminé	»	»	4,4	»	»	3,0	2,3	5,3	»	»	0,8	3,0	»	»	1,8	»
N créatine	»	»	1,22	»	»	»	1,02	»	»	»	0,97	»	»	»	1,1	»
Ac. org. totaux cc. ac.	»	»	28	38	»	46	43	46	11	42	14	40	»	23	24	40
N/10	»	»	3,7	6,0	»	»	2,5	3,2	»	»	2,5	3,0	»	4,8	2,4	3,3
Ac. volatils cc. ac. N/10.	»	»	443	»	»	424	100	422	417	»	89	»	328	499	443	309
Ac. lactique	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
C total	»	»	406	431	86	79	64	70	57	33	44	60	»	»	140	418
C ac. org. totale ..	»	»	»	»	»	»	44	»	»	»	39	»	»	»	»	»
Glucose	»	3,5	4	5	4	3	3	5	3,5	4	4	4	3	3,5	4	3,5
Phénols	»	5,7	4,6	7,3	3,4	3,9	2,8	4,3	4,7	4,5	1,4	1,8	»	»	3,7	6,2
Rapports :																
N dosé	»	»	73	»	»	»	86	93	»	»	74	86	»	»	76	»
N urée % de N total ..	»	»	62	»	»	»	70	72	»	»	60	7,3	»	»	63	»
N urée + NH3	»	»	69	»	»	»	79	83	»	»	69	8,4	»	»	73	»
C dosé %	»	»	»	»	»	»	95	»	»	»	98	»	»	»	»	»
C ac. org. total %	»	»	»	»	»	»	62	»	»	»	78	»	»	»	»	»
C	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
N	»	»	1,8	»	4,4	1,4	1,5	1,3	1,6	1,5	1,8	1,3	»	»	1,8	1,4

Quoi qu'il en soit, il est possible cependant d'en tirer quelques conclusions.

Si nous prenons la moyenne des pH, nous trouvons 6,40 pour la figure, 6,42 pour les membres inférieurs, 6,45 pour les membres supérieurs et 6,47 pour le tronc, c'est-à-dire des chiffres pratiquement identiques. D'autre part, comme l'avait indiqué Talbert, le pH de la sueur du tronc est le même que celui de la sueur des bras, à 0,1 ou 0,2 près au maximum. Quant aux pH de la sueur des jambes et de la figure, ils sont en général différents de ceux de la sueur du tronc et très variables.

L'étude des acides organiques montre que la concentration de l'acide lactique contenu dans la sueur du tronc est faible par rapport aux autres parties du corps, et particulièrement au visage. Quant à l'acidité volatile, elle est beaucoup plus abondante dans la sueur des membres inférieurs que dans la sueur du tronc; elle peut même dépasser le double de celle-ci. Enfin, pour l'acidité organique totale éthéroluble, sauf chez le sujet B, il y en a beaucoup plus dans la sueur des jambes que dans la sueur des autres parties du corps.

Les éléments azotés ont varié également suivant la région chez les sujets étudiés. La sueur du tronc contient moins de N total, de N urique, de N ammoniacal et de N aminé que les autres sueurs. Au contraire, la sueur des membres inférieurs contient chez les mêmes sujets nettement plus de N urique, N ammoniacal et surtout de N aminé que celles des autres parties du corps.

Pour le carbone total, on note également sa faible concentration dans la sueur du tronc chez chaque individu, le chiffre le plus élevé du glucose a été trouvé dans la sueur des membres inférieurs; il en a été de même pour les phénols totaux.

Un seul rapport a pu être étudié comparativement : c'est celui du carbone total à l'azote total; il semble atteindre son maximum pour les sueurs du tronc (1,8; 1,5; 1,8; 1,8) et

son minimum pour la sueur des membres inférieurs (1,3; 1,3; 1,4), la sueur des autres parties du corps ayant un rapport compris entre ces limites.

En résumé, il se dégage de l'étude comparée des sueurs de diverses origines les conclusions suivantes :

1° Les sueurs du tronc et des membres supérieurs sont très voisines, au point de vue du pH, des acides organiques et du glucose;

2° Les sueurs de la figure et des membres inférieurs sont très semblables pour N total, C total et le rapport de ces deux éléments;

3° La sueur du tronc se distingue de celle des autres parties du corps par sa faible concentration en N, en C, en phénols, et par l'élévation de son rapport C/N;

4° La sueur des membres inférieurs se distingue de celle des autres parties du corps par sa forte concentration en acides organiques; par ses taux élevés en N uréique, N ammoniacal et N aminé, sa forte concentration en glucose et en phénols, ainsi que la diminution de son rapport C/N.

B. — *Variation avec la méthode de sudation.*

Une méthode de sudation, aussi souvent utilisée que celle que nous avons employée, consiste à recueillir la sueur d'un individu en plein travail.

D'après **Talbert**, la sueur de travail contient plus de cendres et a un pH plus élevé que la sueur de chaleur [300 à 304]. Cette sorte d'alcalinisation de la sueur pendant le travail est assez extraordinaire, mais elle a été signalée plusieurs fois et récemment encore (1933) par **Dmitrenko, Okun et Mastrovaja** [94]. Un fait prévu est l'augmentation du taux de l'acide lactique dans la sueur de travail; plus le travail est dur et prolongé, plus la concentration en acide lactique est élevée. De nombreux auteurs, parmi lesquels **Snapper et Grunbaüm** [290], sont d'accord sur ce point.

Quelques physiologistes, **Heuss** [143 *bis*] entre autres, ont

admis que la sueur provoquée par la pilocarpine est neutre ou alcaline. Au contraire, d'après **Höelscher** [146], la sueur de pilocarpine est exceptionnellement neutre comme la sueur normale; en revanche, il a trouvé dans la sueur provoquée par injection de pilocarpine moins de substances minérales et beaucoup plus de substances organiques que dans la sueur normale.

Plusieurs auteurs ont démontré qu'à partir d'un certain degré le taux de l'humidité de l'air en contact avec le corps n'a plus d'influence sur la concentration de la sueur.

En résumé, on n'a jamais étudié systématiquement les variations de la composition de la sueur suivant la méthode de sudation employée. On sait seulement que l'exercice a pour effet d'augmenter fortement la concentration en acide lactique et de faire varier le pH vers l'alcalinité.

C. — *Variations dans le temps.*

Nous étudierons successivement :

- 1° les variations de composition de la sueur au cours d'une même sudation;
- 2° les variations entre deux sudations différentes.

Les variations au cours d'une même sudation ont été étudiées depuis près d'un siècle. **Favre** [105], puis **Albert Robin** [114] ont démontré que la réaction de la sueur est variable au cours de la sudation; acide au début, elle devient neutre, puis finalement alcaline. Beaucoup plus tard, **Kittsteiner** [167] trouve également que l'acidité de la sueur baisse au cours de la sudation; c'est ainsi que chez un sujet, alors que l'échantillon recueilli pendant les vingt premières minutes de sudation a une acidité de 2 cm³ d'acide sulfurique N/100 par centimètre cube de sueur, l'échantillon prélevé entre la centième et la cent vingtième minute n'a une acidité égale qu'à 0,3 cm³ d'acide N/100 par centimètre cube de sueur.

Récemment, **Talbert** a trouvé une très légère augmentation du pH au cours de la sudation : 0,3 au maximum [301].

Adolph [2] a suivi les variations du pH au cours de la sudation; il est arrivé aux résultats suivants :

	10 ^e minute	30 ^e minute	50 ^e minute
A	6,6	7,3	7,2
B	6,6	7,1	7,1
C	6,5	7,1	7,0
D	6,5	7,1	6,9

D'après cet auteur, le pH de la sueur sécrétée vers la trentième minute est sensiblement égal au pH sanguin.

Adolph a également étudié la variation des chlorures : de 40 à 50 milliéquivalents de Cl par 100 cm³ au début, la concentration atteint à la trentième minute 75 milliéquivalents. Ces résultats sont comparables à ceux de Kittsteiner, suivant lequel la concentration en ClNa augmente au cours de la sudation et passe, par exemple, de 0,09 % au début à 0,30 % au bout de deux heures.

Fishberg et Bierman [107] trouvent une variation de sens contraire, mais en un temps encore plus long (quatre heures); ils ont noté une diminution de 2 à 5 milliéquivalents entre la première et la troisième heure de sudation. La variation peut être considérée comme nulle pour les autres constituants : K, Ca, Na, acide lactique, pH (d'après ces auteurs).

Kittsteiner admet, en outre, la diminution du taux de l'azote total au cours de la sudation : passant de 0,21 % au début à 0,08 % au bout de deux heures.

Molinéry [222] a publié les résultats suivants :

	Début	Fin
Urée	1 g. 20	0 g. 25
Chlorures	2 g. 50	2 g. 30
Phosphates	0 g. 60	0 g. 75
Ammoniaque ...	0 g. 24	0 g. 15
pH	5,0	5,0

L'observation a été faite sur le même malade entre le début et la fin de la sudation, mais l'auteur n'a pas indiqué le temps qui sépare les deux prélèvements.

Mosher [227] a comparé les sudations de deux journées consécutives; dans les trois cas étudiés, il a trouvé une légère diminution (moins de 20 %) pour les matières minérales; les chlorures, l'azote total, l'urée, l'acide urique et les acides aminés; les autres éléments (sulfate, ammoniacque, créatinine, glucose, acide lactique) n'ont pas varié en concentration d'une manière constante. Il ne semble pas que l'on ait encore étudié la composition de la sueur d'un même sujet à plusieurs mois d'intervalle.

Chez un sujet normal, nous avons obtenu les résultats suivants :

	Sept. 1933	Mai 1934	
N total	57,0	60,0	mg. p. 100 cm ³
N hypobromite ..	39,1	42,1	mg. p. 100 cm ³
N aminé	4,1	2,1	mg. p. 100 cm ³
N créatinine	1,2	1,1	mg. p. 100 cm ³
C total	110,0	108,0	mg. p. 100 cm ³
Glucose	4,0	4,0	mg. p. 100 cm ³
Phénols	4,6	4,8	mg. p. 100 cm ³
Acides organiques			
éth.-sol.	23,0	24,0	cm ³ N/10 p. 100 cm ³
Acides volatils ...	3,7	2,5	cm ³ N/10 p. 100 cm ³
Acide lactique	143,0	145,0	mg. p. 100 cm ³
Rapport C/N	1,8	1,8	

On remarquera la constance très nette du taux des éléments azotés et carbonés, ainsi que celle du taux des acides organiques.

D. — *Variations suivant la quantité de sueur émise.*

Cette question semble n'avoir été que très peu étudiée : Heuss [143 bis] a admis que la réaction de la sueur tend à devenir alcaline lorsque la sudation est très abondante.

Des remarquables travaux de Kittsteiner [167] il semble se dégager que le taux du chlorure de sodium varie en général proportionnellement au volume de sueur éliminée, tan-

dis que l'azote total et l'acide sulfurique varient en sens inverse.

Nous n'avons trouvé aucun travail récent sur ce sujet.

E. — *Variations suivant la température.*

Kittsteiner [167] semble avoir été le seul à s'être soucié de l'influence de la température à laquelle est effectuée la sudation sur la composition chimique de la sueur.

Contrairement à ce que l'on pouvait penser, Kittsteiner a trouvé que, pour un même sujet, le volume de sueur émise n'est pas tout à fait proportionnel à la température. Au contraire, l'acidité titrable à la phtaléine serait sensiblement proportionnelle à la température ambiante.

F. — *Variations suivant l'âge et le sexe du sujet.*

À notre connaissance, les variations de la composition de la sueur suivant l'âge du sujet n'ont pas été étudiées. La plupart des auteurs, sauf Plaggemeyer et Marshall, ne tiennent pas compte de l'âge de leurs sujets. Nous-même, nous avons opéré sur des sujets de 23 ans et sur d'autres de 50 ans sans trouver une différence supérieure à celle que l'on trouve entre deux personnes du même âge.

En 1934, Mac Swiney [202] a étudié comparativement la sueur des hommes et la sueur des femmes. Il a analysé 14 sueurs d'hommes et 10 sueurs de femmes. Il est ainsi arrivé à établir les moyennes suivantes :

	Hommes	Femmes	
pH	6,14	6,57	
ClNa	3,7	3,0	g. par 1.000 cm ³
Urée	0,214	0,192	g. par 1.000 cm ³
N ammoniacal	0,047	0,060	g. par 1.000 cm ³
N aminé	0,050	0,065	g. par 1.000 cm ³
Glucose	0,126	0,200	g. par 1.000 cm ³
Acide lactique ..	1,20	1,00	g. par 1.000 cm ³
Créatinine	traces	traces	

De la lecture de ce tableau il ne semble pas que l'on puisse conclure à l'existence d'une différence sensible entre la sueur de l'homme et la sueur de la femme.

G. — *Variations suivant l'alimentation.*

Boigey [46] a publié dans la *Presse médicale* un article : « Sueur et nutrition »; il conclut que : « la nomenclature des composants de la sueur est fonction de l'alimentation. » On peut admettre avec cet auteur que l'alimentation a une certaine influence sur le taux des substances éliminées par la sueur, mais nous ne pensons pas que le régime alimentaire ait une influence telle qu'il puisse changer la nature des constituants chimiques de la sueur; il faudrait des preuves que personne n'a encore apportées.

Les travaux de **Dill, Jones, Edward et Oberg** [93] ont montré la variation du taux des divers constituants de la sueur en rapport avec le jeûne. Ces auteurs ont, en effet, prélevé la sueur chez des sujets soumis à une diète prolongée de dix jours; les résultats ont été concluants : leurs chiffres sont toujours inférieurs aux chiffres admis pour Cl, Na et K; parfois, leurs résultats ne dépassent pas 1/10 ou 1/20 des chiffres admis comme normaux.

H. — *Conclusions.*

De l'examen des divers travaux relatifs aux variations de la sueur normale à l'état physiologique, ainsi que de l'examen de nos recherches personnelles, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° La composition de la sueur varie suivant les parties du corps, mais ces variations ne sont pas aussi nettes que certains auteurs l'ont prétendu; seules la sueur du tronc et celle des membres inférieurs peuvent être caractérisées par l'élévation ou l'abaissement de certains rapports (C/N, ...) ou le taux de quelques constituants (acides organiques totaux et volatils, corps azotés ou éléments carbonés).

2° La sueur de chaleur, quelle que soit la méthode de sudation employée, est fixe dans sa constitution chez un même individu. La sueur obtenue après l'exercice ou le travail a une composition différente de la sueur de chaleur (pH plus élevé, acide lactique en plus grande concentration, cendres plus abondantes).

3° Il existe de légères variations dans la composition de la sueur au cours d'une même sudation. Mais les sueurs recueillies chez le même sujet à plusieurs mois d'intervalle sont à peu près identiques.

4° La température à laquelle s'effectue la sudation, l'âge et le sexe du sujet ne paraissent pas avoir une grande influence sur la composition de la sueur.

5° Le jeûne exerce une certaine influence sur la composition de la sueur, particulièrement sur sa teneur en chlorures.

CHAPITRE IX

LES SUEURS PATHOLOGIQUES

N'ayant pas fait de recherches dans cette direction, sauf l'étude de quelques sueurs de rhumatisants, nous allons seulement résumer nos connaissances sur les variations des constituants de la sueur dans quelques cas pathologiques, puis dans deux courts paragraphes nous réunirons quelques données récentes sur la sueur dans les maladies de la peau et les états rhumatismaux.

A. — *Variation à l'état pathologique.*

Les *matières minérales* seraient nettement augmentées dans l'arthritisme; au contraire, les *substances organiques* seraient éliminées à un taux relativement élevé dans les néphrites (Hølscher [146]).

Piutti [243] a signalé la présence de phosphate, d'urate, d'acétate et d'hydrosulfite d'ammoniaque dans quelques cas non spécifiés, et vers la même époque Garrod [124] a considéré comme constante la présence dans la sueur d'un excès de *phosphate et d'oxalate de calcium* après un accès de goutte.

Les variations de l'*urée* ont été beaucoup mieux étudiées. Bergeron et Ranvier ont montré l'augmentation de son taux dans le choléra et l'intoxication phosphorée. De nombreux auteurs ont démontré l'augmentation presque parallèle de l'*urée* dans la sueur et dans le sang chez les azotémiques; plusieurs auteurs ont signalé la cristallisation d'*urée* au niveau de la peau chez les urémiques au moment de la mort;

les plus connus de ces auteurs sont : Schottin [277], Lande-rer [178], Hamerjnk [139], Drashe [98], Kaup et Jurgensen [163], Leube [187], Deininger [86], Jahnel [153], Easterbrook, et à Bordeaux M. le Professeur Sabrazès [263].

L'*acide urique* est considéré comme existant certainement dans la sueur des gouteux; nous parlerons plus loin de sa présence dans la sueur des rhumatisants.

Les sels *ammoniacaux* ont été trouvés en quantité notable dans les rétentions d'urine d'origine néphrétique et dans la goutte.

Le *glucose* a été signalé en quantité relativement grande dans la sueur des diabétiques (Favre, Lehle et Schottin, Bergeron et Lemattre). Boigey [46], qui a observé à Vittel des diabétiques ayant de 21 à 110 g. de glucose par litre d'urine, s'exprime ainsi : « Eu égard à la faible quantité de sueur émise, les proportions relatives de sucre éliminé étaient dans la sueur considérables, et sous un taux de concentration relatif bien plus grand que dans les urines. »

L'*acide lactique* a été souvent recherché et parfois dosé; on a montré l'augmentation de son taux dans la fièvre puerpérale, le rhumatisme et la goutte (Simon), dans la scrofule et le rachitisme (Starck), dans la fièvre typhoïde et le typhus (Behrend), dans les maladies nerveuses (Nauche), etc. Mais la plupart de ces travaux, déjà anciens, mériteraient d'être repris avec plus de précision.

Il y a près de trois quarts de siècle que Dewar et Grangee [91] ont signalé la présence de *cystine* dans la sueur des cystinuriques. Récemment, Lewis [191] et Boigey [46] ont repris la question; mais alors que le premier arrive à des conclusions négatives, le second trouve des quantités telles de cystine qu'elle peut cristalliser.

Parmi les corps exceptionnellement rencontrés dans la sueur, nous pouvons citer l'*acétone* signalé dans la malaria, le typhus, le diabète, la diète carnée, par Devoto [90], puis l'*indican* (Aman) et l'acide acétique (Proust et Simon) dans des cas indéterminés.

Si la sueur ne contient jamais de pigments colorés à l'état normal, il n'en est pas de même à l'état pathologique. Les cas d'*hémathydrose* sont connus depuis la plus haute antiquité (Aristote). Dans les temps modernes, Tardieu [316] est le premier qui ait attiré l'attention sur l'hémathydrose, dont les cas seraient plus fréquents qu'on ne le croit généralement. La sueur peut prendre des colorations très variables; on a vu des sueurs jaunes, bleues, vertes, rouges..., colorations dues à divers pigments. Les auteurs qui ont signalé des cas de *chromhydrose* sont nombreux : Montreul [225], Schwarzenbach [280], Robin [252], Coppée [82], Le Roy de Méricourt [186], Foot [110], etc.; Bizio [40] a identifié l'indigo dans une sueur bleue, tandis que Collman [78] a reconnu la présence de phosphate de fer dans une sueur colorée en rouge. La nature des autres pigments est encore à peu près inconnue. Rimington et Stewart [250] ont étudié un pigment que l'on trouve dans la sueur de certains moutons dont la laine est dorée, ce qui est dû à la présence d'un pigment excrété par la sueur : celui-ci a reçu le nom de *lanaurine* et semble être un complexe pyrrolique, intermédiaire entre les pigments biliaires et la mélanine, que l'on retrouve aussi dans l'urine. La lanaurine semble avoir son origine dans l'hémoglobine et être éliminée de la circulation par le système rénal et sudoral. D'autres pigments, plus voisins de la bilirubine, ont été signalés. Certains auteurs ont rapproché la coloration dorée du mouton de la jaunisse acholurique familiale de l'homme.

Nous devons dire également quelques mots du travail de Mairet et Ardin-Delteil, relatif à la *toxicité* de la sueur. Après avoir démontré l'innocuité de la sueur normale, ces auteurs ont admis la toxicité de la sueur pathologique. C'est ainsi que la sueur des épileptiques, recueillie pendant ou immédiatement après l'attaque, posséderait des propriétés toxiques réelles, alors qu'elle n'en possède pas dans les intervalles interparoxystiques [204]. D'autre part, la sueur des paralytiques généraux est également toxique et peut produire des

troubles paralytiques complets ou incomplets, localisés ou généraux [205].

Nous ne voulons pas terminer ce rapide exposé sans citer les noms de Grosz [133], Kellermann [165], Mironowitch [219], Liebseich [194], et surtout de Bergeron et Lemattre [37], auteurs qui ont étudié le passage de médicaments dans la sueur et y ont retrouvé nettement de l'arsenic, du mercure, de l'iode, etc., lorsque ces corps avaient été ingérés par le malade.

B. — *La sueur dans les dermatoses.*

Barney [27] a signalé une nette et même forte diminution de l'excrétion azotée dans l'eczéma sénile et le psoriasis.

Levin et Silvers [189] ont remarqué que la sudation était retardée dans les cas de prurits; tandis que dans le psoriasis et l'acné vulgaire, la sudation était accélérée. Gaus, Pemberton, Cajori, Levin et Silvers ont démontré que les lésions de psoriasis ne donnent pas de sueur.

C. — *La sueur des rhumatisants et des gouteux.*

La sueur des rhumatisants a été souvent étudiée, la sudation constituant un des principaux agents de traitement du rhumatisme.

Depuis longtemps, Høelscher [146] a signalé une forte diminution du rapport $\frac{\text{substances minérales}}{\text{substances organiques}}$ de l'extrait sec, mais ce n'est guère que depuis quelques années (1930) que la question a été étudiée surtout en France, en particulier à Vittel, à Plombières et à Luchon.

A VITTEL. — Le Docteur Boigey [46] a signalé que, « chez huit gouteux, l'acide urique cristallisé parsemait les bourdonnets de coton hydrophile imprégnés de sueur axillaire ». D'après le même auteur, la sueur des gouteux contient une quantité élevée d'ammoniaque, de phosphates et d'urée, les

sels ammoniacaux provenant sans doute de la décomposition de l'urée éliminée en abondance.

A PLOMBIÈRES. — **Chatron** [70] a recueilli la sueur de malades pendant leur séjour dans les étuves romaines; des chiffres qu'il a donnés on peut tirer les conclusions suivantes :

pH	un peu élevé (6,5 à 7,2).
N hypobromite	un peu élevé (25 à 89 mg. p. 100 cm ³).
N formol	très élevé (11 à 35 mg. p. 100 cm ³).
Acides organiques ...	normaux.
Chlorures	normaux (165 à 250 mg. p. 100 cm ³).

Si ce n'est le pH qui est au voisinage de la neutralité et l'azote formol qui est très élevé, les sueurs analysées peuvent être considérées comme normales.

A LUCHON. — Le Docteur **Molinéry** a recueilli la sueur de sujets pendant leur séjour au radiovaporarium, et les analyses ont été faites à Toulouse, à Paris et à Limoges.

Nous diviserons les résultats en deux groupes : sueurs prélevées en 1930 et 1931 et sueurs prélevées postérieurement.

a) Sueurs 1930-1931 :

Chlorures	très variable, plutôt faible (30 à 240 mg.).
Phosphates	très variable, souvent élevé (24 à 250 mg.).
N ammoniacal	normal (6 à 21 mg.).
N total	normal (43 à 57 mg.).
N urique	à peu près normal (traces à 1 mg.).
Cholestérol	traces à 5 mg.
Glucose	normal (traces à 14 mg.).

b) Sueurs 1932 et années postérieures :

pH	3 à 8.
N urée	normal (moins de 75 mg.).
N ammoniacal	normal 9 fois sur 10.
Chlorures	normaux en général.
Phosphates	assez élevés (jusqu'à 150 mg.).
Cholestérol	traces.

De ces chiffres on peut conclure que la composition de la sueur des rhumatisants diffère peu de celle de la sueur normale; la seule différence réside dans la forte augmentation du taux des phosphates.

A vrai dire, pour pouvoir juger en connaissance de cause, il aurait été utile de savoir si les prélèvements ont été effectués au début ou à la fin du traitement. Pendant notre séjour à Dax, nous avons prélevé la sueur d'un malade rhumatisant après le premier bain de boue et après le dix-huitième bain. On trouvera dans le tableau suivant les résultats de ces deux analyses :

	1 ^{er} bain	18 ^e bain	
Volume	255	280 cm ³	
pH	6,7	7,4	
Cl	240	170	mg. p. 100 cm ³
Ac. org. éth.-sol. ..	22	11,2	cm ³ N/10 p. 100 cm ³
Ac. org. volatils ..	4,8	2,3	cm ³ N/10 p. 100 cm ³
Acide lactique	143	6,4	mg. p. 100 cm ³
N total	51	29	mg. p. 100 cm ³
N urée	34	19	mg. p. 100 cm ³
N ammoniacal	4	2	mg. p. 100 cm ³
N aminé	5	1	mg. p. 100 cm ³
N créatinine	1	1	mg. p. 100 cm ³
C total	89	53	mg. p. 100 cm ³
Glucose	8	4	mg. p. 100 cm ³
Phénols	3	1,5	mg. p. 100 cm ³

Ce tableau montre une différence énorme de composition entre les sueurs recueillies au début et à la fin du traitement thermal de Dax. On peut dire qu'il y a diminution d'environ 50 % des divers constituants avec une augmentation nette du pH; seule la créatinine est restée inchangée.

Nous avons également étudié la répartition de l'acidité organique en fin de traitement; alors qu'en début de traitement l'acide lactique et les acides organiques volatils représentaient plus de 90 % de l'acidité organique éthéro-soluble

pour l'ensemble du corps et simplement 80 % pour le tronc. ces pourcentages étaient renversés en fin de traitement, comme le montre le tableau suivant :

	Sueur du tronc	Sueur totale
Ac. org. vol.....	2,45	2,32 en cm ³ N/10 p. 100 cm ³
Acide lactique	9,88	7,14 en cm ³ N/10 p. 100 cm ³
Ac. org. éth.-sol....	14,00	11,19 en cm ³ N/10 p. 100 cm ³
<i>Pourcentages :</i>		
Ac. org. vol.	17,50	17,43
Acide lactique	70,57	63,79
TOTAL	88,07	81,22

Il y a donc eu d'abord une action éliminatrice de la sueur, ce qui explique la diminution du taux des divers éléments quand la sudation est répétée journellement. Mais il y a eu aussi une forte variation qualitative due à l'action du traitement.

Quant au taux d'acide urique chez les rhumatisants, nous l'avons toujours trouvé relativement élevé; au lieu d'être de 0,05 à 0,20 mg. d'acide urique pour 100 cm³ de sueur, il a toujours été compris entre 0,2 et 1,0 mg., soit 4 à 5 fois plus fort qu'à l'état normal.

En résumé, il ne semble pas que la sueur des rhumatisants et peut-être aussi celle des gouteux s'éloignent beaucoup de la sueur normale. Mais le traitement de certaines stations thermales produit dans la composition de la sueur des variations qu'il serait intéressant d'étudier d'une façon plus précise.

CHAPITRE X

APERÇU SUR LE ROLE PHYSIOLOGIQUE DE LA SUEUR

Après avoir étudié la composition de la sueur normale à l'état physiologique et à l'état pathologique, il nous a paru intéressant de comparer la sueur à quelques autres liquides de l'organisme, en vue d'apprécier l'importance de ce que l'on a appelé, à tort ou à raison, « l'émonctoire sudoral ».

I. — Sueur et urine.

On sait que par de fortes chaleurs le volume de l'urine des vingt-quatre heures diminue beaucoup par suite de la sudation. D'après **Adolph** [2], qui l'un des premiers a étudié la question de l'équilibre entre le travail des reins et celui des diverses glandes, les reins s'adaptent seuls aux variations de la composition chimique du sang.

Plus récemment, **Bost** et **Borgstrom** [48] ont attiré l'attention sur le fait que pendant l'été la quantité d'N urinaire excrétée en vingt-quatre heures est moindre que pendant l'hiver (environ 1 g. 35 en moins), la cause de l'excrétion azotée étant compensée pour une légère part par l'N excrété par la sueur, qui peut dépasser 1 g. par jour en été. D'autre part, **Koriakina** et **Krestownikoff** [172] ont montré qu'un exercice violent fait apparaître de l'acide lactique dans la sueur et de l'albumine dans l'urine, surtout lorsque l'effort est continu; ils en ont conclu que la fixation de l'acide lactique par le tissu rénal au cours de l'effort continu modifiait la perméabilité rénale, tandis que dans l'effort discontinu

l'acide lactique a le temps de s'éliminer par la sueur. Suivant ces auteurs, la peau joue le rôle d'un rein accessoire.

Plus récemment, **Melka** [213] a noté l'existence d'une interréaction « rein-glandes sudoripares » en montrant l'augmentation de l'élimination de l'acide urique et des phosphates dans l'urine après la sudation.

II. — Sueur et sang.

La comparaison entre les constituants de la sueur et du sang a été également faite. **Chiatellino** et **Margaria** [72] ont montré la diminution du volume sanguin et l'élévation du taux des divers constituants du sang par perte d'eau consécutive à la sudation. **Koriakina**, **Kossowskaja** et **Krestownikoff** [171] n'ont trouvé aucun parallélisme entre les variations du Cl sanguin et celles du Cl sudoral. Au contraire, **Talbert** a trouvé une corrélation assez nette entre le chlore du sang et celui de la sueur, corrélation qu'il n'a pas retrouvée entre le chlore de la sueur et celui de l'urine.

Talbert et ses collaborateurs ont étudié les variations provoquées par la sudation dans la composition du sang et de l'urine. Pour l'urine, ils ont uniquement constaté d'une manière nette l'augmentation du taux de l'acide urique après la sudation. Pour le sang, il y aurait parallélisme entre l'azote sudoral et l'azote sanguin non protéique [313], et la sudation augmenterait presque toujours la concentration du sang en acide urique et en glucose. Ces résultats semblent avoir été récemment (1934) confirmés par les travaux de **Sendrail** et **Molinéry**, qui ont constaté une hyperglycémie nette après des séances au Radiovaporarium de Luchon.

Fishberg et **Bierman** [107] ont conclu d'une étude faite sur trois sujets que le sodium sudoral représente environ 60 % du sodium sanguin, le potassium 100 %, le calcium 100 % et le chlore 70 %; ils ont, en outre, constaté que le taux de l'acide lactique de la sueur est cinq à trente fois plus élevé que celui de l'acide lactique dans le sang.

III. — L'émonctoire sudoral.

Nous avons emprunté à R. J. Williams [342] un tableau indiquant la composition moyenne du sang et de l'urine, tableau que nous avons légèrement complété et entre les colonnes duquel nous avons placé la composition moyenne de la sueur, telle qu'elle se dégage de notre étude. (Les résultats sont exprimés en grammes, par 100 cm³, sauf ceux des acides organiques qui sont exprimés en centimètres cubes d'acide N/10 par 100 cm³).

	Sang	Sueur	Urine
	—	—	—
Protéines	6,5	0,005	0
Graisse	2 (variable)	0	0
Glucose	0,44	0,01	0,02
Cholestérol	0,15	traces	0
Créatine	0,008	traces (?)	0
Acides aminés.....	0,035	0,005	0,03
ClNa	0,6	0,4	0,9
Ca	0,01	0,01	0,01
Mg	0,003	0,002	0,01
K	0,02	0,04	0,12
Urée	0,03	0,04	2,00
Créatinine	0,001	0,004	0,05
Ammoniaque	0,0001	0,01	0,05
Phosphates min. (P ² O ⁵)	0,0035	0,04	0,15
Sulfates (SO ³).....	0,0005	traces	0,15
Phénols	0,002	0,005	»
Acide urique	0,001	0,0002	0,050
Acide lactique	0,025	0,200	0,015
Acides organiques.....	»	15 à 40 cm ³	15 à 40 cm ³

De l'examen de ce tableau il ressort tout d'abord que l'on peut classer les divers constituants de la sueur en trois groupes :

PREMIER GROUPE, — Formé par les constituants existant à

des taux voisins dans le sang et dans la sueur, il comprend surtout les électrolytes : Cl; PO⁴; SO⁴; Na; K; Ca; Mg...

DEUXIÈME GROUPE. — Il est constitué par les éléments existant en moins grande quantité dans la sueur que dans le sang. Dans ce groupe, nous trouvons les protéines, les lipides et les glucides avec leurs pierres basales, le glucose, le cholestérol et les acides aminés. A ces éléments il faut ajouter un déchet, l'acide urique.

TROISIÈME GROUPE. — Il comprend les constituants existant en plus grande quantité dans la sueur que dans le sang. Il est uniquement constitué par des produits de déchets soit azotés (urée et ammoniaque), soit carbonés (phénols), ainsi que par les acides organiques, volatils ou fixes, comme l'acide lactique.

Cette étude montre tout d'abord que la sueur n'est pas un simple dialysat du sang, comme l'ont prétendu certains auteurs. Garnier [113], dans son article paru dans l'*Encyclopédie de chimie* de Frémy (1896), s'exprimait ainsi : « L'absence de principes organiques spéciaux à la sueur montre qu'elle n'est qu'un produit de filtration à travers une membrane organique de la partie aqueuse et saline du sérum sanguin. » Il est certain que ce sont, en effet, les électrolytes facilement dialysables que l'on trouve dans la sueur à la même concentration que dans le sang, mais il y a des exceptions, par exemple la faible élimination des chlorures et des sulfates. D'autre part, l'hypothèse de la sueur, « dialysat du sang », n'explique pas la plus forte concentration de la sueur en phénols et en acides organiques (surtout l'acide lactique), alors que le glucose et les acides aminés, également diffusibles, se trouvent dans la sueur en plus faible quantité que dans le sang.

Une autre idée très ancienne, que l'on trouve exposée dans tous les traités de chimie biologique, depuis celui de Goryun-Besanez [131] jusqu'à celui de Thomas [323] et que plusieurs auteurs américains et allemands ont également soutenue, peut être ainsi exprimée : « L'ensemble des glandes sudo-

ripare de la peau représente une sorte de rein accessoire, et la sueur est un liquide d'excrétion comme l'urine. » Maurin et Delas [212], qui ont récemment attiré l'attention sur « l'émonctoire sudoral », s'expriment ainsi : « A côté de l'élimination chlorurée et uréique, il faut noter également celle des phosphates, de l'ammoniaque, de l'acide urique, de l'azote total, qui contribuent à nous débarrasser de produits de déchets, et par suite à désintoxiquer l'organisme. » Boigey [46] a insisté également sur « le vaste émonctoire réparti en nappe à la surface du corps », que représentent nos glandes sudoripares.

Mais peut-on réellement parler d'émonctoire sudoral, de rein accessoire, en examinant le tableau précédent ? Certes il n'est pas douteux que les glandes sudoripares possèdent un pouvoir électif pour l'élimination de certains déchets; mais même en admettant une sécrétion journalière moyenne de 800 cm³ de sueur, l'épuration cutanée est faible par rapport à l'épuration rénale. Les 80 cg. d'urée éliminée en vingt-quatre heures par la peau sont peu à côté des 25 g. d'urée de l'excrétion urinaire. Le milligramme d'acide urique de la sueur est insignifiant par rapport aux 500 mg. d'acide urique que contient l'urine des vingt-quatre heures.

Sans nier la valeur de l'émonctoire sudoral, il nous semble qu'à l'état physiologique, le rôle principal que joue la sécrétion sudorale est orienté vers le maintien de l'équilibre acide-base de l'organisme.

Tout d'abord, nous remarquerons que le pH de la sueur, même normal et d'un individu sain, est soumis à de grandes variations : c'est ainsi qu'alors que la composition de la sueur ne varie pas en plusieurs mois (tout au moins pour les éléments azotés et carbonés), le pH varie de 4,7 à 7,2, comme trois expériences ont pu nous le montrer. D'autre part, alors que la concentration de la sueur et de l'urine est sensiblement la même pour les cations (Na, K, Ca), les ions PO⁴, SO⁴, CO³H et même Cl sont beaucoup plus abondants dans l'urine que dans la sueur; le fait a déjà été signalé, et plu-

sieurs auteurs, depuis A. Gautier jusqu'à Chatron, ont considéré la sueur comme une puissante voie d'excrétion pour les bases fixes.

Enfin, une troisième caractéristique de la sueur réside dans l'élimination des acides organiques. Nous pouvons considérer trois cas : l'élimination globale (acides organiques totaux éthéro-solubles), l'élimination des acides volatils et celle de l'acide lactique. Lafargue [177], qui a dosé les acides organiques éthéro-solubles de l'urine humaine, a admis une élimination journalière de 200 à 400 cm³ d'acide N/10, soit une concentration de 15 à 40 cm³ N/10 par 100 cm³ d'urine. Nos recherches ont montré que le taux des acides organiques totaux est sensiblement le même dans la sueur. Par contre, la répartition pour cent des acides organiques est différente. C'est ainsi que les acides organiques volatils qui constituent 6 % environ de l'acidité organique de l'urine constituent 10 à 20 % de l'acidité organique de la sueur; et que l'acide lactique, qui ne représente que 5 % des acides organiques de l'urine, atteint ou même dépasse 80 % de l'acidité organique totale de la sueur. Si, en outre, nous établissons le *coefficient d'acidose* indiqué par Lafargue (rapport des acides organiques exprimés en centimètres cubes d'acide N/10 à l'azote hypobromite exprimé en grammes), ce coefficient, qui dans l'urine oscille entre 20 et 25, est dans la sueur compris entre 300 et 700 avec une moyenne de 500; le coefficient d'acidose est donc 20 à 30 fois plus élevé dans la sueur que dans l'urine.

En résumé, la peau est une voie importante d'élimination des acides organiques; l'acidité organique de la sueur est égale en valeur absolue à celle de l'urine et est à peu près exclusivement constituée par de l'acide lactique et des acides volatils, tandis que le bloc de ces acides ne dépasse pas 11 % dans l'urine.

De l'ensemble de ces faits, il se dégage que la sueur est un liquide particulier dont la composition diffère du liquide de dialyse du sang, ainsi que de l'urine, et plus généralement de tout autre liquide de sécrétion ou d'excrétion.

Il nous semble intéressant de rapprocher de notre conclusion celles de Moog, d'Adolph et de Chatron. Suivant Moog [229], « l'élimination à travers la peau ne se fait pas par un procédé passif ou physique, mais suivant un processus physiologique réglé d'une manière définie ». D'après Adolph [2], « la sueur est une sécrétion particulière comparable à celle des glandes salivaires, des glandes mammaires, des glandes lacrymales, indépendante des réactions chimiques de l'organisme ». De son côté, Chatron [70] a remarqué la « très forte teneur en bases fixes de la sueur, véritable sécrétion particulière très différente par là même de l'urine ».

Que la sueur soit une sécrétion particulière, cela est très probable, d'après ce que nous venons de dire, mais il est difficile d'admettre que cette sécrétion est « indépendante des réactions chimiques de l'organisme ». A notre avis, à l'état physiologique, la sueur est une sécrétion dont le rôle essentiel est un rôle physique de régulateur de la température, mais qui reste en relation très étroite avec les diverses fonctions de l'organisme et intervient dans la régulation de l'équilibre acide-base en éliminant facilement des bases fixes et des acides organiques, et plus particulièrement des acides gras volatils et de l'acide lactique.

Ce que nous venons de dire se rapporte à l'état physiologique; quant à l'état pathologique, nous ne l'avons pas suffisamment étudié pour pouvoir formuler une opinion. Quoi qu'il en soit, nous rapportant aux travaux des auteurs qui nous ont précédé, nous pouvons admettre, mais dans ce cas seulement, la valeur des glandes sudoripares comme rein accessoire; la sueur à l'état pathologique serait intéressante non seulement par l'élimination des bases fixes et des acides organiques, mais encore par l'élimination de certains corps que le rein ne peut arriver à éliminer en quantités suffisantes, comme le chlorure de sodium ou l'urée chez les urémiques.

RESUME ET CONCLUSIONS GENERALES

Notre travail a eu pour but de préciser par des recherches personnelles la composition chimique de la sueur humaine normale, sueur d'un homme sain à l'état de repos, obtenue par la chaleur. Au cours de ce travail, nous avons été amené à exposer les nombreuses recherches, anciennes et surtout récentes, relatives à l'étude chimique de la sueur, et à examiner les variations que peut subir la composition chimique de la sueur au cours des divers états physiologiques et pathologiques.

A la fin de chaque chapitre, on trouvera des conclusions auxquelles nous renvoyons le lecteur. Nous nous bornerons à insister maintenant sur quelques points.

Nos recherches personnelles nous ont permis de vérifier des données chimiques déjà connues et d'en apporter de nouvelles.

Nous avons vérifié ou modifié les résultats déjà acquis pour les éléments suivants : Cl; $P^{2}O^{5}$; acidité titrable; acidité organique totale; acide lactique; glucose; corps cétoniques; indoxyle, et tous les éléments azotés (N protéique, N total, N urée, N ammoniacque, N aminé, N acide urique et N créatinine).

Nous avons, en outre, spécialement dirigé nos recherches sur les constituants de l'acidité organique totale de la sueur et leur importance respective. Nous avons, en particulier, dosé dans la sueur les éléments suivants, dont nos prédécesseurs avaient négligé l'étude :

- I. L'acidité organique libre;
- II. L'acidité organique volatile;
- III. L'acidité organique fixe;
- IV. Le carbone total;
- V. Le carbone des acides organiques;
- VI. Les phénols totaux.

Enfin, nous avons été le premier à établir une répartition presque complète de l'azote et surtout du carbone de la sueur, ce qui nous a permis de calculer un certain nombre de rapports.

En utilisant comparativement nos résultats et ceux de nos prédécesseurs, nous avons pu fixer les variations limites des constituants de la sueur humaine normale (sueur de chaleur). Nous pouvons résumer ainsi les conclusions auxquelles nous sommes arrivé (chiffres exprimés en cm^3 ou en mg. p. 100 cm^3 de sueur) :

I. — Le pH de la sueur est très variable, pouvant s'abaisser jusqu'à 4,7 et s'élever jusqu'à 7,5 soit chez des sujets différents, soit chez le même sujet à des moments différents. Une longue série d'expériences donne une moyenne de 6,0 (ensemble des recherches de nos prédécesseurs et de nous-même) (chap. III).

II. — Les variations de l'acidité de la sueur peuvent être résumées ainsi : acidité titrable, 5 à 20 cm^3 d'acide N/10 pour 100 cm^3 de sueur; acidité organique totale éthéro-soluble, 15 à 40 cm^3 ; acidité organique volatile, 2 à 5 cm^3 . L'acidité titrable semble être constituée par la somme « acidité organique + acidité phosphatique », ces deux acidités se trouvant en quantités sensiblement égales (ensemble des recherches de nos prédécesseurs et de nous-même) (chap. III).

III. — Le taux de l'acidité lactique est très variable et oscille en général entre 70 et 300 mg. pour 100 cm^3 . L'acide urique a une concentration relativement stable, voisine de 1 mg. par litre (ensemble des recherches de nos prédécesseurs et de nous-même) (chap. III).

IV. — Parmi les autres acides organiques fixes, seul l'acide citrique semble exister d'une manière à peu près constante à un taux voisin de 2 mg. par litre (d'après les travaux de C. D. Leake et de Scherstén) (chap. III).

V. — Les caractères généraux varient dans les limites suivantes : densité, 1.004-1.010; abaissement cryoscopique, — 0,20 à — 0,50; extrait sec : 0,50 à 2,0 %; cendres, 0,25 à 0,55 %; toxicité, nulle (ensemble des recherches de nos prédécesseurs) (chap. IV).

VI. — Le chlore, très abondant, a une concentration très variable, soumise à de nombreuses influences. Dans les conditions habituelles, on peut admettre 100 à 300 mg. pour 100 cm³ comme limites extrêmes. Les phosphates sont beaucoup moins abondants : 30 à 60 mg. de P₂O₅. Les sulfates et les carbonates ne se rencontrent dans la sueur qu'à l'état de traces (ensemble des recherches de nos prédécesseurs et de nous-même) (chap. V).

VII. — Les bases minérales de la sueur oscillent entre les limites suivantes : sodium, 100 à 250 mg.; potassium, 30 à 60 mg.; calcium, 4 à 10 mg.; magnésium, 0 à 4 mg. Les rapports Na/K et Ca/Mg sont, en général, compris entre 4 et 5. Le fer ne semble pas exister normalement si ce n'est à l'état de traces (ensemble des recherches de nos prédécesseurs) (chap. V).

VIII. — Les éléments azotés qui se rencontrent dans la sueur varient entre les limites extrêmes suivantes : N protéique, traces à 0,5 mg.; N total non protéique, 40 à 100 mg.; N urée, 30 à 70 mg.; N ammoniacal, 4 à 18 mg.; N aminé, 1,6 à 13 mg.; N créatinine, 0,7 à 2 mg.; N urique, 0,03 à 0,1 (ensemble des recherches de nos prédécesseurs et de nous-même) (chap. VI).

IX. — L'azote total de la sueur se répartit de la façon suivante : N urée, 50 à 75 %; N ammoniaque, 7 à 11 %; N acides

aminés, 5 à 22 %; N créatinine, 2 %. L'N dosé représente 78 à 95 % de l'N total et le bloc : N urée + N NH_3 + N NH_2 a une valeur moyenne de 86 % de l'N total (recherches personnelles) (chap. VI).

X. — Les éléments carbonés oscillent entre les limites suivantes : glucose, 3 à 25 mg.; phénols, 2 à 6 mg. L'acétone et l'indoxyle n'existent pas à l'état normal (recherches personnelles pour les phénols) (chap. VII).

XI. — Le carbone total de la sueur varie de 50 à 300 mg. et se répartit de la façon suivante : C des acides organiques, 50 à 75 %; C du glucose, 0,6 à 4,0 %; C des phénols, 1,6 à 7,5 %; C urée, 6 à 21 %; C des acides aminés, 2,6 à 26 %; C de la créatinine, 0,8 à 3,1 %; C indosé, 0,1 à 15 % (recherches personnelles) (chap. VII).

XII. — Le rapport du carbone total à l'azote total varie de 1,3 à 1,9. Le carbone des acides organiques représente 86 à 95 % du C non lié à N; celui-ci est lui-même égal de 18 à 45 % du carbone total (recherches personnelles) (chap. VII).

Ces chiffres extrêmes se rencontrent assez souvent mais pas d'une manière générale. A l'intérieur de ces limites, il existe des chiffres trouvés fréquemment et oscillant généralement assez peu autour d'un chiffre moyen. C'est l'ensemble de tous ces chiffres moyens que nous avons indiqué dans les tableaux VI et VII, tableaux qui représentent la composition moyenne de la sueur normale. Nous insistons sur le fait que ce tableau est une moyenne susceptible de très nombreuses variations et ne représente pas davantage telle ou telle sueur qu'un tableau représente la composition de telle ou telle urine.

Les variations dont nous venons de parler sont celles que l'on trouve entre la sueur de divers individus (sueur de chaleur provenant de l'ensemble du corps et recueillie dans un temps de vingt à trente minutes).

TABLEAU VI

Composition moyenne de la sueur normale.

Caractères généraux :

pH	6,1
Densité	1.007
Abaisssement cryoscopique	—0,32
Extrait sec	1,20 %
Cendres	0,35 %
Toxicité	nulle

Eléments minéraux :

Cl	200 mg. pour 100 cm ³
PO ⁴	25 mg. pour 100 cm ³
SO ⁴	traces
CO ³ H.....	traces
Na	170 mg. pour 100 cm ³
K	45 mg. pour 100 cm ³
Ca	7 mg. pour 100 cm ³
Mg	1 mg. pour 100 cm ³

Eléments acides :

Acidité titrable à la phtaléine.....	14 cm ³ acide N/10 p. 100 cm ³
Acidité organique éthéro-soluble ...	25 cm ³ acide N/10 p. 100 cm ³
Acidité organique volatile	3 cm ³ acide N/10 p. 100 cm ³
Acidité organique fixe	22 cm ³ acide N/10 p. 100 cm ³
Acide lactique	150 mg. pour 100 cm ³
Acide urique	0,2 mg. pour 100 cm ³
Acide citrique	0,2 mg. pour 100 cm ³

Eléments azotés :

N protéique	0,2 mg. pour 100 cm ³
N total non protéique.....	70 mg. pour 100 cm ³
N urée	45 mg. pour 100 cm ³
N ammoniacque	5,5 mg. pour 100 cm ³
N aminé	5 mg. pour 100 cm ³
N créalinine	1 mg. pour 100 cm ³
N purique	0,05 mg. pour 100 cm ³

TABLEAU VII

Composition moyenne de la sueur normale (suite).

Éléments carbonés :

Carbone total	110 mg. pour 100 cm ³
C des acides organiques.....	70 mg. pour 100 cm ³
Phénols	5 mg. pour 100 cm ³
Glucose	6 mg. pour 100 cm ³
Cholestérol	?
Acétone	0
Indoxyl	0

Rapports sudoraux :

Na/K	5
Ca/Mg	4,5
C/N	1,6
<u>N dosé</u>	
N total	88 %
<u>N urée</u>	
N total	66 %
<u>C dosé</u>	
C total	93 %
<u>C lié à N</u>	
C total	30 %
<u>C des acides organiques</u>	
C non lié à N	90 %
<u>C des acides organiques</u>	
C total	66 %
<u>Acidité organique volatile</u>	
Acidité org. éthéro-soluble	15 %
<u>Acidité lactique</u>	
Acidité org. éthéro-soluble	80 %
<u>Acidité org. vol. + Ac. lactique</u>	
Acidité org. éthéro-soluble	93 %
<u>Acide lactique</u>	
Acidité org. volatile	5

De l'ensemble des travaux de nos prédécesseurs et de nous-même, on peut conclure que la composition de la sueur :

A. *Varie* :

1° suivant les parties du corps : la sueur du tronc est surtout caractérisée par une forte teneur en cendres, un rapport C/N élevé (1,8 en général) et une faible concentration en C et N total; alors que la sueur des membres inférieurs a au contraire une faible teneur en cendres, un rapport C/N très bas (1,3 environ) et une grande richesse en acides organiques (chap. VIII);

2° suivant la méthode de sudation : la sueur de travail est nettement moins acide et devient parfois alcaline jusqu'à pH 8,3; elle a une plus forte teneur en cendres, en ammoniacque et surtout en acide lactique (chap. VIII);

3° suivant l'alimentation et particulièrement dans le jeûne. Le chlore est l'élément le plus variable.

B. *Varie très peu* :

1° pour un même individu à plusieurs mois d'intervalle (les conditions extérieures étant les mêmes);

2° suivant les méthodes de sudation employant un même agent (la chaleur par exemple).

Enfin il semble y avoir une légère variation avec la température et la durée de la sudation, la quantité de la sueur émise, l'âge et le sexe du sujet; mais ces divers cas n'ont pas suffisamment été étudiés pour que l'on puisse avoir une opinion définitive (chap. VIII).

Si les variations dans la composition chimique de la sueur sont déjà nettes à l'état physiologique, elles ont beaucoup plus d'ampleur dans les états pathologiques (chap. IX).

Dans les états rhumatismaux, il ressort des travaux de Boigey, Chatron, Molinéry et de nous-même que la sueur tend à devenir neutre ou légèrement alcaline et qu'elle possède une teneur plus élevée en acide urique et surtout en phosphates. A la fin du traitement thermal de Dax, la concentration de la sueur a diminué environ de moitié, par rap-

port à la concentration de la sueur au début du traitement (chap. IX).

Au cours de notre étude essentiellement chimique, nous avons constaté certains faits d'ordre physiologique qui nous ont amené aux conclusions suivantes :

- 1° La sueur n'est pas un simple dialysat sanguin;
- 2° L'importance de ce que l'on a appelé « l'émonctoire sudoral » ne doit pas être exagérée, tout au moins à l'état physiologique;
- 3° La sudation semble avoir surtout pour but un double rôle de régulateur : a) de l'équilibre thermique du corps; b) de l'équilibre acide-base de l'organisme;
- 4° Les glandes sudoripares constituent la voie de choix pour l'excrétion des acides gras volatils et de l'acide lactique.

En réunissant nos premiers documents, nous avons été frappé par l'absence en France d'une étude d'ensemble récente sur la chimie de la sueur; seul, François Franck, dans le *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales* de Dechambre, a donné en 1883 une revue très documentée sur la question. Mais, depuis lors, de nombreux travaux ont été publiés, qu'il était utile de rassembler et de présenter dans un ordre logique.

Bien que notre bibliographie ait été faite aussi soigneusement que possible, elle n'a pas la prétention d'être complète, car nombre de périodiques n'ont pu être consultés dans le texte. Nous espérons cependant que notre travail pourra être consulté avec fruit par tous ceux qui s'intéressent à l'étude chimique de la sueur.

Vu : *Le Doyen*,
PIERRE MAURIAC.

VU, BON A IMPRIMER :
Le Président,
H. DELAUNAY.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Bordeaux, le 15 février 1935.
Le Recteur de l'Académie,
A. TERRACHER.

BIBLIOGRAPHIE

Les références précédées d'un astérisque (*) sont celles dont les mémoires originaux n'ont pu être consultés.

- *1. **Adelon.** — Dictionnaire encyclopédique en 30 volumes, art. « Transpiration », p. 75. Paris, 1844.
2. **Adolph (E. F.).** — The nature of the activities of the human sweat glands. *Am. Journ. of Physiol.*, 1923, LXVI, 445.
- *3. **Alchieri (A.).** — Perspirazione cutanea e lavoro. *Arch. di Fisiol.*, 1923, XXI, 181.
4. **Alder.** — Ueber das Vorkommen von Harnsäure im Schweiß bei Gesunden und Kranken. *Deut. Arch. klin. Med.*, 1916, CXIX, 548.
- *5. **Allen (F. M.).** — Sweating. *New-England J. Med.*, 1929, CCI, 806.
- *6. **Aman.** — *Woch. f. Pharm.*, 1902, XL, 248.
7. **Andral.** — Recherches sur l'état d'acidité ou d'alcalinité de quelques liquides du corps humain dans l'état de santé et de maladie. *C. R. Ac. sc.*, 1848, XXVI, 649.
8. **Annual Review of Biochemistry.** — Stanford University, 1934, 111-212.
- *9. **Anselmino :**
 - a) *Zeitsch. v. Tiedeman und Treviranus*, t. II.
 - b) *Zeitsch. für Physiol.*, 1821.
 - c) Recherche sur la nature chimique de la sueur. *Journal du Progrès*, 1827, II, 121.
(D'après TOURTON et F. FRANCK.)
10. **Ardin-Delteil.** — Voir Mairé et Ardin-Delteil.

11. **Argutinsky (P.).** — Versuche über die Stickstoffausscheidung durch den Schweiss bei gesteigerter Schweissabsonderung. *Pflüger's Archiv*, 1890, XLVI, 594.
12. **Arloing (S.).** — a) Réaction de la sueur de l'homme. *Lyon médical*, 1896, LXXXIII, 505.
13. — b) Toxicité de la sueur. *C. R. Soc. biol.*, 1896, XLVIII, 1107.
14. — c) La toxicité de la sueur de l'homme; ses variations; ses rapports avec la toxicité urinaire. *C. R. Soc. biol.*, 1897, XLIX, 533.
15. — d) De l'intoxication par la sueur de l'homme sain. *C. R. Ac. sc.*, 1904, CXXV, 218 et 286.
- *16. **Atwater (W. O.) et Benedict (F. G.).** — Experiments on the Metabolism of water and Energy in the Human Body. *U. S. Department of Agriculture, Office Experiment, Station Bulletin*, 69, 1899 (Cité par BENEDICT et ROOT.)
- *17. **Atwater (W. O.) et Voit (C.).** — Physiologie de Stoffwechsel, 1881. (Cité par BENEDICT et ROOT.)
- *18. **Atzeni-Tedesco (P.).** — La refrattometria del sudore; contributo sperimentale allo studio delle costanti fisico-chimiche del sudore nell'uomo. *Arch. di Sc. biol.*, 1924, VI, 298.
- *19. **Atzeni-Tedesco (P.).** — La « perspiratio insensibilis ». *Arch. di pat. e clin. med.*, 1925, IV, 501.
20. **Aubert (P.).** — a) *Pflüger's Archiv.*, 1872, V, 539.
21. — b) De l'action de la sueur sur quelques sels métalliques. Considérations sur le rôle de la sueur et des glandes sudoripares. *C. R. Soc. biol.*, 1874, XV, 75 et 159.
22. — c) Considération sur le rôle de la sueur. *Lyon médical*, 1874, I, 169.
23. — d) De la transpiration insensible. *Ann. de dermat. et de syphil.*, 1894, V, 1014.
24. **Avery (B. F.) et Hastings (A. B.).** — A gasometric method for the determination of lactic acid in the blood. *Journ. of Biol. Chem.*, 1931-32, XCIV, 273.

25. **Bacq** (Z. M.). — Sur la sécrétion sudoripare chez le cheval. *C. R. Soc. biol.*, 1932, CX, 568.
- *26. **Baer** (C. A.). — Toxicity of human sweat. *Wisconsin M. J.*, 1909-1910, VIII, 141.
27. **Barney** (E.). — Chemical analyses of sweat. *Journ. of Am. Med. Assoc.*, 1925, LXXXV, 1373.
- *28. — Chemical analyses of sweat. *Warthin Ann.*, 1927, p. 559.
29. **Barral** (E. et P.). — Précis d'analyse biologique clinique. Paris, 1931, t. III, p. 307.
30. **Bazett** (H. C.). — Studies on the effects of baths on man. Relationship between the effects produced and the temperature on the bath. *Amer. Journ. of Phys.*, 1924, LXX, 412.
- *31. **Benedict** (C.). — *Journ. of Biol. Chem.*, 1906, I, 263.
- *32. **Benedict** (F. G.). — a) A study of prolonged fasting. *Carnegie Institute Wash. Publ.*, n° 203, 1915. (D'après BENEDICT et ROOT.)
b) The basal metabolism of young girls. *Boston M. and S. Journ.*, 1923, CLXXXVIII, 127. (Cité par BENEDICT et ROOT.)
- *33. **Benedict** (F. G.) et **Carpenter** (T. M.). — The metabolism and energy transformations of healthy Man during rest, *Carnegie Institute Wash. Publ.*, n° 126, 1910. (Cité par BENEDICT et ROOT.)
- *34. **Benedict** (F. G.) et **Hendry** (M. F.). — The energy requirements of girls from twelve to seventeen years of age. *Boston M. and S. Journ.*, 1921, CLXXXIV, 217, 237, 282, 297, 239. (Cité par BENEDICT et ROOT.)
- *35. **Benedict** (F. G.) et **Joslin** (E. P.). — A study of metabolism of severe diabete. *Carnegie Institute Wash. Publ.*, n° 176, 1912. (Cité par BENEDICT et ROOT.)
36. **Benedict** (F. G.) et **Root** (H. F.). — Insensible perspiration : its relation to human physiology and pathology. *Archiv. Int. Med.*, 1926, XXXVIII, 1.

37. **Bergeron** (G.) et **Lemattre** (G.). — De l'élimination des médicaments par la sueur. *Arch. gén. de méd. et de clin.*, 1864, IV, 173.
38. **Berry** (E.). — a) *Bioch. Zeits.*, 1914, LXVII, 243.
b) Ueber die Abhängigkeit des Stickstoff und Chlorgehaltes des Schweisses von der Diät. *Bioch. Zeits.*, 1915, LXXII, 283.
39. **Berzélius** (J. J.). — Traité de chimie, trad. franç. de M. Esslinger. 2^e partie : Chimie organique. Paris, 1833, t. VII, p. 323.
- *40. **Bizio**. — *Wien Akad. Sitzungs.*, 1860, XXXIX, 33. (Cité par F. FRANCK.)
41. **Blanchard** (R.). — a) La sécrétion de la sueur; état de la question. *Progrès médical*, 1879, VII, 322.
42. — b) Nouveaux faits concernant la chromhydrose. *Bull. Acad. méd.*, Paris, 1910, LXIII, 412.
43. — c) Encore sur un cas de chromhydrose. *Bull. Acad. méd.*, 1914, LXXI, 702.
44. **Bleitbreu** (L.). — Ueber den Einfluss der Muskelarbeit auf die Harnstoffausscheidung. *Pflüger's Archiv.*, 1890, XLVI, 601.
45. **Bogendorfer**. — *Arch. exp. Path. und Pharm.*, 1921, LXXXIX, 252.
46. **Boigey** (M.). — a) Influence de l'exercice sur la sécrétion urinaire et sudorale. *Journ. de phys. et de path. gén.*, 1927, XXV, 249.
b) Sueur et nutrition. *Presse médicale*, 12 mars 1930.
c) L'exercice considéré comme agent thérapeutique dans les maladies de la nutrition. *Ann. de méd. phys. et de physio-biol.*, 1933, fasc. V, p. 97.
47. **Borchardt** (W.). — a) Zur Physiologie und physiologische Chemie der Schwitzens, zugleich ein Beitrag zur allgemeinen Physiologie der Drüsenthätigkeit. *Pflüger's Archiv.*, 1926, CCXIV, 169.
b) *Ergebnisse Physiol.*, 1931, XXXI, 96.
c) *Arch. f. Schiffs. u. Tropen. Hyg.*, 1926, XXX, 629.

48. **Bost** (R. W.) et **Borgstrom** (P.). — Cutaneous excretion of nitrogenous material in New-Orléans. *Amer. Journ. of Phys.*, 1926, LXXIX, 242.
49. **Bouchard** (C.). — *C. R. Soc. biol.*, 1899, CXXVII, 464.
- *50. **Bouveret**. — Sueurs morbides. Thèse agrégation (médecine). Paris, 1880, p. 58. (Cité par F. FRANCK.)
- *51. **Boyd** (E. A.). — Investigation in rheumatic subjects. *Irish J. M. Sc.*, avril 1934, p. 164.
52. **Braconnier** (M.). — Recherches biochimiques sur l'excrétion de la sangsue. Thèse de doctorat en pharmacie. Bordeaux, 1932-1933, n° 231.
53. **Brieger** (L.) et **Diesselhorst** (C.). — Unters. u. d. menschl. Schweiss. — I. Zur Kryoscopie d. Schweiss. *Deut. med. Wochenschr.*, 1903, XXIX, 167. — II. Schwitzen b. verschied. Schwitzprozeduren. *Ibid.*, p. 421.
54. **Brieger** et **Distelhorst**. — *Deut. med. Woch.*, t. XXIX. (D'après KITTSTEINER.)
55. **Brill** (E.). — a) Analytische Untersuchungen des menschlichen Schweisses. *Arch. f. Dermat. und Syph.*, 1928, CLV, 199.
b) Ueber den Säure gehalt des menschlichen Schweisses bei Hautkranken und Hautgesunden. *Arch. f. Dermat. und Syph.*, 1928, CLVI, 488.
56. **Brown** (D.) et **Woodmansey** (A.). — Excretion of constituent ions of sulphur water. *Proc. Roy. Soc. Med. London*, 1929, XXII, 1.
- *57. **Buffa** (E.). — Azione della luce colorata sulla perspirazione insensibile cutanea. *Arch. farmacol. sper.*, 1905, IV, 27.
58. **Buglio**. — *Bioch Zeits.*, 1907, VI, 168.
59. **Buisine** (A.). — a) Recherches sur la composition chimique du suint de mouton. *C. R. Ac. sc.*, 1886, CIII, 66.
b) *Id.*, *Bull. scient. du Nord*, 1886, p. 326.
60. **Buisine** (A. et P.). — a) Recherches sur la composition chimique du suint de mouton. *C. R. Ac. sc.*, 1887, CVI, 1426.
b) *Id.*, *Bull. scient. du Nord.*, 1887, p. 507.

- *61. Cabitto. — *Ref. Med.*, 1897, II.
- *62. Camerer (W.). — Ueber d. Chem. Zus. d. Schweisses. — *Zeits. Biol.*, 1901, XLI, 271. (Cité par SCHULZ.)
- *63. Cameron. — A text book of physiological Chemistry. 3^e éd., Londres, 1931. (Cité par MOSHER.)
- *64. Canta. — *Bull. des sc. méd.*, oct. 1825, p. 164. (D'après F. FRANCK.)
65. Capitan (L.) et Gley (E.). — A propos de la communication de M. Arloing sur la toxicité de la sueur. *C. R. Soc. biol.*, 1896, XLVIII, 1110.
- *66. Capranica. — *Boll. della R. Accad. di Roma*, 1882, n° 6 (d'après CRAMER), et *Jahresb. Fortschr. Tierchem.*, 1882, XII, 190 (cité par MOSHER).
67. Carpenter (R.) et Talbert (G. A.). — Magnesium secreted in the sweat and its relation to the calcium content. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1932, CI, 17.
- *68. Caspari (W.). — Ueber den Stoffwechselversuch in Alagna und über die Einwirkung kurzdauernden Aufenthaltes in grösseren Bergeshöhen auf den Stoffwechsel. *Deut. d. math.-naturwissensch. Klasse d. Kaiserl. Akd. d. Wissensch.*, 1910, LXXXVI, 483. (Cité par BENEDICT.)
69. Charrin (A.) et Mavrojanis. — La toxicité de la sueur normale et pathologique. *C. R. Soc. biol.*, 1898, L, 682.
70. Chatron (M. M.). — Sur la composition chimique de la sueur recueillie dans les étuves romaines de Plombières-les-Bains. *Bull. Soc. chim. biol.*, 1933, XV, 1107.
- *71. Chevreul. — Recherches chimiques sur les corps gras (1823). *C. R. Ac. sc.*, t. XVII. (D'après F. FRANCK.)
72. Chiatellino (A.) et Margaria (R.). — Ricerche sulle variazioni di alcuni principali caratteri del sangue che intervengono nelle perdite d'acqua per sudorazione de fatica. *Boll. Soc. Biol. Sper.*, 1928, III, 12, et *Arch. di Fisiol.*, 1929, XXVII, 8.
- * 73. Chomel. — Dictionnaire en 21 volumes, art.: « Sueur. »
74. Clausen (S. W.). — A method for the determination of small amounts of lactic acid. *Journ. of Biol. Chem.*, 1922, LII, 263.

- *75. Cofiero. — *Nuova Riv. Clinicotherap.*, 1900, n° 12.
- *76. Colin. — *Bull. Soc. impér. et centr. de méd. vétérin.*, 1862, VII, 208. (D'après BENEDICT.)
- *77. Collard de Martigny. — *Journ. de Magendie*, 1830. (Cité par BERZÉLIUS.)
- *78. Collmann. — *Würtz. med. Z.*, t. VII, p. 251.
- *79. Comel (M.). — Elimination of uric acid through skin following mud-packs. *Brit. Journ. Phys. Med.*, 1931, VI, 250.
80. Conheim et Kreglinger. — *Z. f. Physiol. Chem.* 1909, LXIII, 413.
81. Conheim, Weber, Kreglinger et Tobler. — *Z. f. physiol. Chem.*, 1912, LXXVIII, 62.
82. Coppée. — *Gazette hebdomadaire*, 1864, p. 17.
- *82 bis. — Cornbleet (T.) et Montgomery (B. E.). — *Arch. dermat. and syph.*, 1931, XXIII, 908.
- *83. Cottini (G. B.). — *Giorn. Ital. di dermat. e sif.*, 1934, LXXV, 1239.
- *84. Couyba. — Sur les membres anesthésiés. Thèse de doctorat en médecine, Paris, 1875, n° 138. (D'après FRANCK.)
85. Cramer (E.). — Ueber die Beziehung der Kleidung zur Hauttätigkeit. *Arch. f. Hyg.*, 1890, X, 231.
- *86. Deininger. — *Arch. f. klin. Med.*, t. VII, p. 587. (D'après KITTSTEINER.)
87. Demenier (G.). — Contribution à l'étude des protéines du sérum sanguin. Thèse de doctorat en pharmacie, Bordeaux, 1933-1934.
88. Denigès (G.), Chelle (A.) et Labat (D.-A.). — Précis de chimie analytique, 6° éd., Paris, 1930, Maloine, édit.
- *89. Dennig (A.). — a) Die Bedeutung der Wasserzufuhr für den Stoffwechsel und die Ernährung des Menschen. *Z. f. diätet. und physik. Therap.*, 1898, I, 281.
- b) Die Bedeutung der Wasserzufuhr für den Stoffwechsel und die Ernährung des Menschen. *Z. f. diät. und physik. Therap.*, 1899, II, 292.
90. Devoto (L.). — Sulla presenza dell'acetone nel sudore. *Riv. gen. ital. di clin. med.*, 1890, II, 230.

91. Dewar et Gamgee. — *Journ. of Anat. and Phys.*, t. V, p. 142.
- *92. Deyeux et Parmentier. — *Journal de pharmacie*, 1794.
(D'après F. FRANCK.)
93. Dill (D. B.), Jones (B. F.), Edwards (H. T.) et Oberg (S. A.).
— Salt economy in extreme dry heat. *Journ. of Biol. Chem.*, 1933, C, 755.
- 93 bis. Djoritch (M.). — Sueurs d'urée. Thèse médecine, Paris, 1894-1895, n° 334.
94. Dmitrenko (M.), Okun (M.) et Mastrowaja (M.). — Ueber die reaktion des Schweisses bei schwerer industrieller Arbeit in heisser Umbegung. *Arb. Phys.*, 1933, VI, 580.
- *95. Dodart. — Recueil de Noguez (1753). (D'après FRANCK.)
- *96. Donne. — Cours de microscopie (1844). (D'après FRANCK.)
97. Dorn (E.). — Intrakutane Schweissinjektionen und Tuberkulose. *Z. f. Tuberk.*, 1928, LI, 134.
- *98. Drasche. — *Z. de Wiener Artzte*, 1854, XII, 4. (D'après F. FRANCK.)
99. Du Moulin. — Communications sur l'emploi des sels de cuivre dans la scrofule et sur un symptôme nouveau de l'intoxication saturnine. *Bull. Ac. Roy. Belgique*, 1884, XVIII, 1089 et 1148.
- *100. Duphénix. — *Mém. Ac. de chir.*, 1726, t. III. (D'après FRANCK.)
- *101. Edenhuizen. — *Z. f. rat. Med.*, 1863, p. 25. (D'après FRANCK.)
- *102. Edwards (W.). — a) Influence des agents physiques sur la vie. Paris, 1824.
b) *C. R. Ac. sc.*, de 1817 à 1824. (D'après F. FRANCK.)
103. Eimer (K.). — *Arch. f. exper. Path. und Pharm.*, 1927, CXXV, 150.
104. Embden (S.) et Tachau (H.). — Ueber das Vorkommen von Serin in menschlichen Schweiß. *Bioch. Zeits.*, 1910, XXVIII, 230.
105. Favre (P. A.). — a) Recherches sur la composition chimique de la sueur chez l'homme. *C. R. Ac. sc.*, 1852, XXXV, 721.
b) Id., *Arch. gén. de méd.*, 1852.

- *106. Favre et Gillibert d'Hercourt. — a) *Gaz. méd. de Lyon*, mai 1853.
b) *Revue médicale*, juin et sept. 1853. (D'après MONTREUL.)
107. Fishberg (E. H.) et Bierman (W.). — a) Acid-base balance in Sweat. *Journ. of Biol. Chem.*, 1932, XCVII, 433.
- *108. — b) *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, 1932, XXIX, 1921.
- *109. Flarer (F.). — Ricerche sperimentali e cliniche sulla « perspiratio insensibilis » nell'uomo. *Boll. d. Soc. med.-chir. di Pavia*. 1926, n. s., I, 25.
- *110. Foot. — *Dublin quartely journ. of med. sc.* 1869, chap. 68. (D'après FRANCK.)
- *111. Foster (M.). — A text book of physiology, 5^e éd., 1883, p. 336, et 6^e éd., 1890, p. 560.
- *112. Fourcault. — *C. R. Ac. sc.*, VI, 369; XII, 185; XVI, 139 et 388.
- *113. Fourcroy. — *Eléments d'histoire naturelle et de chimie*. Paris, 1789.
114. Franck (F.). — *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales de Dechambre*. Paris, 1883, t. XIII de la 3^e série, art. : « Sueur », p. 51 à 220.
115. Frémy. — *Encyclopédie chimique*. Paris, 1896, t. IX, chapit.: « Sueur. »
- *116. Friboes (W.). — *Arch. f. Dermatol.*, 1922, CXL, 467. (D'après VASTI.)
117. Friedemann (T. E.) et Graeser (J. B.). — The determination of lactic acid. *Journ. of Biol. Chem.*, 1933, C, 291.
118. Fröhlich (A.) et Zak (E.). — Untersuchungen ueber die periphere Schweissekretion. *Arch. exp. Path. und Pharm.*, 1932, CLXVIII, 620.
- *119. Fubini (S.). — Bern. ü. d. Parotidenspeichel u. d. Schweiss n. Vers. am Menschen, angest mit Jaborandi extract. *Maly's Jb.*, 1878, VIII, 234. (D'après SCHULZ.)
- *120. Fubini et Ronchi. — *Arch. sc. med. di Torino*, 1876. (D'après F. FRANCK.)
- *121. Funke. — *Moleschott's Unters.*, 1857, IV, 36.

122. Galeotti (G.) et Macri (N. M.). — Ueber die perspiratio insensibilis unter normalen und pathologischen Bedingungen. *Bioch. Z.*, 1914, LXVII, 472.
123. Galeotti (G.) et Signorelli (E.). — Ueber die Wasserbilan während der Ruhe und bei der Anstrengung im Hochgebirge. *Bioch. Z.*, 1912, XLI, 268.
- *124. Garrod. — On the gout, p. 144. (D'après MONTREUL.)
125. Gaube (J.). — Des hydrozymases et de l'albumine dans la sueur de l'homme et des animaux. *Mém. Soc. biol.*, 1891, addendum, p. 115.
126. Gaus. — *Berl. Klin. Wochenschr.*, 1905, XLII, n° 22.
127. Gautier (A.). — a) Chimie appliquée à la physiologie. Paris, 1874, t. II, p. 80.
b) Chimie biologique. Paris, 1892, t. III, p. 475.
128. Gerhartz (H.). — Untersuchungen über den Einfluss der Muskelarbeit auf die Organe des tierischen Organismus, insbesondere ihren Wassergehalt. *Pflüger's Arch.*, 1910, CXXXIII, 397.
129. Givens (M. H.), Andrews (V. L.) et Mac Clugage (H. B.). — The excretion of a red pigment in the sweat of man. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1920-1921, LI, 199.
- *130. Gorster (Jean de). — De perspiratione insensibilis. Leyde, 1725 (1^{re} éd.) et 1736 (2^e éd.). (Cité par WEYRICH.)
131. Gorup-Besanez. — Chimie biologique, trad. franç. Paris, 1880, t. I, p. 770.
- *132. Graham et Poulton. — *Quart. J. Med.*, 1912-1913, VI, 82.
- *133. Grosz (M.). — Ueber Jodausscheid. durch. d. Schweiss. *Owosi hetilap.*, 1892, p. 416. (D'après SCHULZ.)
134. Guizzetti (P.). — Alcune osservazioni sulla reazione e sui componenti del sudore nell' uomo sano et nell' ammalato. *Riv. clin.*, 1892, XXXI, 84.
- *135. Guye et Saint-Bogdan. — *Arch. des sc. phys. et nat.*, 1903, XV, 502.
- *136. Halliburton. — Kirk's Hand-book of physiology, 1907, p. 592.
- *137. Hamerjnk. — *Z. de Wiener Artzte*, 1854, XII, 3.

- *138. **Hammersten.** — *Physiol. Chemie.* Wiesbaden, 1904, p. 604.
(Cit   par KITTSTEINER.)
139. **Hancock (W.), Whitehouse (A. G. R.) et Haldane (J. S.).** —
Proc. Roy. Soc., série B, CV, n   B, p. 734. (D'après
VASTI.)
140. **Harnack (E.).** — Ueber d. Zusammens. d. menschl. Schweisses
u. d. relat. Salzgeh. d. K  rperfl  ssigk. *Forschr. d.*
Med., 1893, II, 91.
141. **Harvey.** — *Arch. int. med.*, 1910, VI, 12.
142. **Hasma (Bun-Ichi).** — Pharmakologische und physiologische
Studien über die Schweisszentren. III. Zur Frage
nach der Beeinflussung der Schweisssekretion und der
Körpertemperatur durch die Medulla oblongata. *Arch.*
f. exp. Path. und Pharm., 1930, CLIII, 257.
143. **Haugen (C. O.) et Talbert (G. A.).** — Simultaneous study
of the constituents of the sweat, urine and blood,
also gastric acidity and other manifestations resulting
from sweating. VII. Amino-acida. *Amer. Journ. of*
Physiol., 1928, LXXXV, 224.
144. **Hehir (P.).** — A case of hematidrosis or sweating of
blood. *Indian M. Rec.*, 1893, V, 151.
- 144 bis. **Heitz-Boyer Grigault.** — *Journ. méd. franç.*, 1933,
p. 221.
145. **Hervieux (C.).** — Chromogène indoxylique dans la sueur
humaine. *Bull. Ac. méd.*, 1932, CVII, 121.
- 145 bis. **Heuss (E.).** — D. Reaktion d. Schweisses b. ger. Mens-
chen. *Monat. f. prakt. Derm.*, 1892, XIV, 343, 400
et 501.
146. **Hoelscher (J. H.).** — a) A study in perspiration. *Journ. of*
the Amer. Med. Ass., 1899, XXXII, 1352.
- *147. — b) Original research regarding humanperspiration.
N.-Y. Med. Journ., 1904, LXXIX, 296.
- *148. **Hoffmann.** — *Wien. med. Wochenschr.*, 1873, p. 292.
- *149. **Hogler et Ueberrack.** — *Wien. Arch. in Med.*, 1927, XIII,
465.

150. **Hugounencq** (L.). — Précis de chimie physiologique et pathologique. Paris, 1912, chap. : « Sueur. »
- *151. **Hunt**. — *Journ. of Hyg.*, 1912, XII, 479.
- *152. **Ikeuchi** (K.) et **Kuno** (Y.). — Regional differences of perspiration on surface of human body. *Journ. Orient. Med.*, 1927, VII, 106.
- *153. **Isenschmidt**. — Die Bestimmung der Wasserbilanz am Krankenbett. *Med. Klin.*, 1918, XIV, 1128.
154. **Jacobs** et **Hoffmann**. — *Journ. of Biol. Chem.*, 1931, XCVIII, 685. (Cité par **TALBERT**.)
- *155. **Jahnel** (A.). — *Jahresb. de Maly*, 1897, XXVII, 330.
156. **Jeanselme** et **Giraudeau**. — *Ann. de dermat. et de syph.*, 1931, II, 177.
- *157. **Jeanselme**, **Giraudeau** (R.) et **Bureau** (Y.). — *Bull. Soc. franç. de dermat. et de syph.*, 1929, XXXVI, 139.
158. **Joseph** (M.). — Ueber Schweiss- und Talgdrüsekretion. *Arch. f. Physiol.*, 1891, p. 81.
159. **Judée**. — Action de la pilocarpine et de l'atropine sur la production de la sueur. *C. R. Soc. biol.*, 1885, XXXVII, 467.
160. **Jumentie**. — De l'emploi des papiers virants, et en particulier du papier de tournesol, pour l'étude topographique des sudations locales. *Rev. neurol.*, Paris, 1914-1915, p. 578.
- *161. **Jurgensen** (T.). — Die Körperwärme des gesunden Menschen. Leipzig, 1873, p. 27. (Cité par **BENEDICT**.)
162. **Kast** (A.). — Ueber aromatische Fäulnisproducte im menschlichen Schweisse. *Z. f. Phys. Ch.*, 1887, XI, 501.
- *163. **Kaup** et **Jurgensen**. — *Arch. f. klin. Med.*, t. VI, p. 55.
- *164. **Keill**. — Tentamina physicomedica. Londres, 1778, et Leyde, 1730. (Cité par **WEYRICH**.)
165. **Kellerman**. — Ueber die Ausscheidung des Jods im Schweiss. *Z. f. exp. Path. und Therap.*, 1905, I, 189.
166. **Kittsteiner** (C.). — a) Sekretion Kochsalzgehalt und Reaktion der Schweiss. *Arch. f. Hyg.*, 1911 LXXIII, 275.
167. — b) Weitere zur Physiologie der Schweissdrüsen und der Schweisses. *Arch. f. Hyg.*, 1913, LXXVIII, 275.

168. — c) Chlor- und Stickstoffgehalt des Schweißes. *Deut. med. Wochenschr.*, 1916, XLII, 199.
- *169. — d) Physiologische Chemie der Schweißes. *Dermat. Wochenschr.*, 1916, LXII, 553.
170. **Kohler**. — *Deut. Arch. klin. Med.*, 1900, LXV, 542.
171. **Koriakina** (A. F.), **Kossowskaja** (E. B.) et **Krestownikoff** (A. N.). — Ueber die Schwankungen des Chloridgehaltes im Blut, Harn und Schweiß bei Muskeltätigkeit. *Arb. Physiol.*, 1930, II, 461.
172. **Koriakina** (A. F.) et **Krestownikoff** (A. N.). — Ueber die quantitativen Verhältnisse von Milchsäure im Schweiß und von Eiweiß in Harn bei Muskelarbeit. *Arb. Phys.*, 1930, II, 421.
173. **Krawtschinsky** (D. B.). — Die Wirkung der Zweischichtarbeit im Schmiedebetrieb auf den Organismus des Arbeiters. I. Biochemie des Schweißes, des Harnes und des Blutes. *Arb. Physiol.*, 1931, IV, 268.
- *174. **Krikewy**. — *Jahresb. de Maly*, 1896, XXVI, 381.
175. **Kroetz**. — *Bioch. Z.*, 1906, I, 207.
- *176. **Kuno** (Y.). — Laboratory apparatus for measurement of perspiration in man (perspiration chamber). *Journ. Orient. Med.*, 1927, VII, 78.
177. **Lafargue**. — Recherches biochimiques sur les acides organiques de l'urine humaine. Thèse de doctorat en pharmacie, Bordeaux, 1931-1932, n° 246.
- *178. **Landerer**. — a) *Heller's Archiv*, 1847, p. 195.
b) *Arch. f. Chem. und Mikr.*, 1847, t. IV.
- *179. **Landois**. — Text-book of human physiology, 10^e éd., 1905, p. 534.
180. **Laudat**. — *Bull. Soc. chimie biol.*, 1927, IX, 145.
- *181. **Lavoisier** et **Seguin**. — 1^{er} Mémoire sur la transpiration des animaux. *Mém. Ac. sc.*, 1790, p. 6081.
2^e Mémoire. *Ann. de chimie*, 1814, XC.
182. **Lavrand**. — Elimination du fer et du plomb par la peau et le rein dans le saturnisme. *C. R. Soc. biol.*, 1886, XXXVIII, 424.

183. **Leake** (Chauncey D.). — The occurrence of citric acid in sweat. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1923, LVIII, 540.
184. **Leclerc** (A.). — Sur la sécrétion cutanée de l'albumine chez le cheval. *C. R. Ac. sc.*, 1888, CVII, 123.
- *185. **Lehmann**. — a) *Zoochemie*, p. 294.
b) *Précis de chimie physiologique*. Paris, 1855, Doin, édit.
186. **Leroy de Méricourt**. — a) *Arch. gén. de méd.*, 1859.
b) *Journ. anat. et phys.*, 1864, I, 299.
187. **Leube**. — a) *Arch. f. klin. Med.*, t. VII, p. 1.
b) *Arch. f. Path. und Anat.*, XLVIII, 181, et t. L, 301.
- *188. **Levy** (M.) et **Sapegno** (E.). — *Boll. d. Soc. ital. di Biol. sper.*, 1930, V, 297.
189. **Levin** (O. L.) et **Seymour** (S. H.). — Sweating response to heat : variation in total nitrogen, urea, chlorids and sugar in sweat from different parts of the body. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1931, XCVII, 538.
190. **Levy** (M.). — *Z. f. klin. Med.*, 1892, XXI, 81. (Cité par KITSTEINER.)
191. **Lewis** (H. B.). — Of cystine occurrence in sweat of cystinuries. *Proc. Soc. exp. biol. and med.*, 1928, XXVI, 69.
192. **Leyden** (E. von). — Untersuchungen über das Fieber. *Deut. Arch. f. klin. Med.*, 1869, V, 308. (D'après BENEDICT.)
- *193. **Liebermann**. — *Chemie des Menschen*. Stuttgart, 1880, t. III.
- *194. **Liebseich** (O.). — Ueber d. Ausscheid. d. Borsäure beim Menschen durch den Schweiss. *Therapeut. Monats.*, 1904, XVIII, 416.
- *195. **Lining**. — *Physiol. Transact.*, 1743-1744. (D'après FRANCK.) T. XLII (1741-1742) et XLIII (1744-1745). (D'après WEYRICH.)
196. **Læwy** (A.). — Untersuchungen über die physikalische Hautwasserabgabe. *Bioch. Zeitschr.*, 1914, LXVII, 243.
197. **Lombard** (W. P.). — A method of recording changes in body weight which occur within short intervals of time. *Journ. of Amer. Med. Assoc.*, 1906, XLVII, 1790.
- *198. **Luce** (H.) et **Feigl** (J.). — Ueber latente Indoxylidrosis. *Zent. f. innere Med.*, 1918, XXXIX, 369.

199. **Luchsinger.** — a) Zum Verlauf der Schweissnerven der Katze. *Pfl. Arch.*, 1878, XVIII, 483.
b) Hermanns Handb. d. Physiol., t. IV, p. 408. (D'après KITTSTEINER.)
- *200. **Macco** (G. di). — La perspiratio insensibilis in diversi stati morbos. *Ann. di Clin. Med.*, 1921-1922, XI, 165.
- *201. **Mac Crudden.** — *Journ. of Biol. Chem.*, 1908, VII, 8, et 1910, X, 187. (Cité par TALBERT.)
202. **Mac Swiney.** — Composition of human perspiration. *Proc. Roy. Soc. Med.*, 1934, XXVII, 839, et *The Lancet*, 1934, CCXXVI, 641.
203. **Mairet et Ardin-Delteil.** — a) Toxicité de la sueur de l'homme normal. *C. R. Soc. biol.*, 1900, p. 982 et 1013.
204. — b) Toxicité de la sueur des épileptiques. *C. R. Soc. biol.*, 1900, p. 1046.
205. — c) Toxicité de la sueur des paralytiques généraux. *C. R. Soc. biol.*, 1900, p. 1107.
206. **Marchionini** (A.). — *Klin. Wochenschr.*, 1929, VIII, 924.
- *207. **Marchionini** (A.) et **Cerutti** (P.). — *Arch. f. Dermat. und Syph.*, 1934, CLXX, 223.
208. **Marenzi** (A. D.). — La détermination colorimétrique des phénols dans l'urine. *C. R. Soc. biol.*, 1931, CVII, 737.
209. **Marschak** (M.) et **Dukelsky** (O.). — Untersuchungen über die Wärmeregulation. *Arch. f. Hyg.*, 1929, CI, 324.
210. **Marschak** (M.) et **Klaus** (L.). — Untersuchungen über die Wärmeregulation. *Arch. f. Hyg.*, 1929, CI, 297.
- *211. **Marshall.** — *Journ. of Biol. Chem.*, 1913, XV, 487.
212. **Maurin et Delas.** — L'émonctoire sudoral. Soc. méd. et pharm. de Toulouse, janv. 1932.
213. **Mavrojannis** (A.). — a) Des propriétés toxiques de la sueur. *C. R. Soc. biol.*, 1897, XLIX, 943.
b) De la toxicité de la sueur (normale et pathologique) Thèse Médecine, Paris, 1897-1898, n° 420.
c) Voir CHARRIN et MAVROJANNIS.

214. **Mayr** (S. K.). — *Dermat. Z.*, 1931, LX, 443.
215. **Melka** (J.). — a) *Bratisl. lekar. listy.*, 1928, VIII, 426.
b) Einfluss der intensiven Funktion der Schweissdrüsen auf die Ausscheidung der Harnsäure und der Phosphate im Harn. *Pflüger's Archiv*, 1931, CCXXVIII, 666.
216. **Meissner**. — De sudoris secretion. *Dissert.*, Leipzig., 1859. (D'après **FRANCK**.)
- *217. **Meyer** (J.). — *Rev. franç. de dermat. et de vénér.*, avril et mai 1925. (Cité par **BENEDICT**.)
- *218. **Meyer** (L.). — Etudes de l'Institut physiologique de Breslau, 1863, II, 168. (D'après **FRANCK**.)
- *219. **Mironowitch** (W.). — Z. f. Frage v. d. Ausscheid. d. Hg durch d. Schweiss. *Saint-Petersb. med. Wochenschr.*, 1895, p. 39, et *Jahresb. de Maly*, 1895, XXV, 236. (D'après **SCHULZ**.)
- *220. **Molinéry** (M.). — a) *Ann. Soc. Hydroclimatol. méd. de Paris*, 1931-1932, LXXIII, 397.
221. — b) Voir **MAURIN** et **DELAS**.
222. — c) Le radiovaporarium sulfuré de Luchon (historique, clinique, résultats, possibilités). *Bull. Ac. méd.*, 1933, CX, 322.
223. **Montreul**. — Physiologie et pathologie de la sueur. Thèse de doctorat en médecine, Paris, 1866.
- *224. **Montuori** (A.). — I rapporti tra la pressione osmotica del sangue e la secrezione del sudore. *Arch. di fisiol.*, 1911, IX, 439.
- *225. **Moog** (O.). — a) *Z. exp. Med.*, 1924, XLII, 449. (Cité par **VASTI**.)
b) *Vehr. Deut. Kongr. inn. Med.*, 1926, p. 299. (Cité par **VASTI**.)
- *226. **Moriggia**. — a) *Giornale della Reale Ac. di Torino*, 1870.
b) *Moleschott's Untersuch. zur Natur.*, 1873, IX, 129.
c) *Moleschott's Untersuch. zur Natur.*, 1875, XI, 134. (Cités par **KITTSTEINER**.)
- 226 bis. **Morris** (J. C.) et **Macleod** (A. G.). — Estimation of uric acid. *Journ. of Biol. Chem.*, 1922, t. IV.

227. Mosher (H. H.). — Simultaneous study of constituents of urine and perspiration. *Journ. of Biol. Chem.*, 1932-1933, XCIX, 781.
228. Moss. — *Proc. Roy. Soc.*, London, 1923-1924, XCV, 181.
- *229. Negro (C.). — L'applicazione della polvere di tornasole azzurre nello studio topografico delle sudazioni locali della pelle. *Pensiero med.*, Milano, 1922, XI, 636, et *Giornale della Reale Ac. di Med. di Torino*, 1916, LXXIX, 233.
- *230. Neuberg. — *Der Harn*. Berlin, 1911. (Cité par MOSHER.)
- *231. Neumeister. — *Physiologie Chemie*. Iéna, 1893.
232. Nicloux. — Microdosage du carbone; application à la détermination du carbone urinaire. *Bull. Soc. chim. biol.*, 1927, IX.
233. O'Connor (J. M.). — The influence of temperature on the secretion of sweat. *Journ. of Physiol.*, 1915, XLIX, 15.
- *234. Oddo et Silbert. — *Revue de médecine*, avril 1892. (D'après SCHULZ.)
- *235. Oliveira-Bothetho (J. de). — Exame de suor. *Brazil Med.*, 1906, XX, 429.
236. Oppenheimer (C.). — Voir SCHULZ.
237. Osborne (W. A.). — The relation of loss of water from the skin and lungs to the external temperature in actual climatic conditions. *Journ. of Physiol.*, 1910, XLI, 345.
- *238. Peiper (E.). — Untersuchungen über die perspiratio insensibilis unter normalen und pathologischen Verhältnissen. Wiesbaden, 1889, Bergmann, édit.
- *239. Pelle (A.). — Le chlorure de calcium dans les transpirations. *Bull. et mém. de méd. et des hôp. de Paris*, 1922, XLVI, 1346.
240. Pemberton (R.), Cajori (F. A.) et Crouter (C. Y.). — Composition of human sweat. *Amer. Int. Med.*, 1929, II, 1243.

241. **Peters** (J. P.) et **Van Slyke** (D. D.). — Quantitative clinical chemistry. Williams and Wilking Company, Baltimore, 1932.
- *242. **Petit** (Ch.) et **Henry**. — *Gaz. méd. de Paris*, 1842. (D'après **FRANCK**.)
- *243. **Piutti** (d'Egelsburg). — Cyclopoedia of anatomy and philosophy de Todd. Vol. IV, p. 484. (D'après **MONTREUL**.)
244. **Plaggemeyer** (H. W.) et **Marshall** (E. K.). — A comparaison of the excretory power of the skin with that the kidneys through a study of human sweat. *Arch. of Int. Med.*, 1914, XIII, 159.
- *245. **Pugliese**. — *Archivio Ital. di Biol.*, 1912-1913, LVIII, 298.
246. **Queirolo** (G. B.). — *Deut. Med. Wochenschr.*, 1888, n° 48, et *Rev. clin.*, 1889, XXVIII, 481.
- *247. **Rabuteau**. — *Eléments de thérapeutique et de pharmacologie*. 1875, p. 857. (Cité par **TOURRON**.)
248. **Richardson** (H. B.). — Clinical calorimetry. XL. The effect of the absence of sweat-glands on the elimination of water from the skin and lungs. *Journ. of Biol. Chem.*, 1926, LXVII, 397.
- *249. **Riggs** (L. W.). — A chemical study of human sweat. *Journ. of Med. Research.*, 1911, XIV, 285.
250. **Rimington** (C.) et **Stewart** (A. M.). — A pigment present in the sweat and urine of certain sheep. Its isolation, proprieties and relation to bilirubine and the metabolism of hemoglobin generally. *Proc. Roy. Soc.*, London, 1932, série B, p. 765.
- *251. **Robin** (Ch.). — a) *Ann. des sc. nat.*, 1845.
252. — b) Sur un cas de réplétion des glandes sudoripares axillaires par une matière colorante d'un noir violet foncé. *C. R. Soc. biol.*, 1863, XV, 153.
- *253. — c) *Leçons sur les humeurs*, 1867, p. 621.
- *254. **Robin** (Ch.) et **Verdeil**. — *Traité de chimie anatomique*, t. III. (D'après **FRANCK**.)
- *255. **Robinson**. — a) *Treatise of the animal economy*. Dublin, 1732, et 3^e éd., Londres, 1738.

- b) Dissertation on the food and discharges of human bodies. Londres, 1748.
(Cités par WEYRICH.)
256. Roe et Kahn. — *Journ. of Biol. Chem.*, 1929, LXXXI, 1. (Cité par TALBERT.)
257. Rogozinsky. — *Bioch. Z.*, 1906, I, 207.
- *258. Rohrig. — a) *Jahresb. f. Balneol.*, 1873, I.
b) D. Phys. d. Haut, exp. u. Krit. bearb., Berlin, 1876.
(A. HIRSCHWALD.)
- *259. Rosenthal. — Zur kennntniss der Warmeregulation bei den warmblütigen Tieren. Erlangen, 1872. (Cité par KITTSTEINER.)
- *260. Ruthman (S.) et Schaaf (F.). — Chemie des Verhomunsprozesses. Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. T. I, Berlin, 1929, Julius Springer, édit. (Cité par VASTI.)
261. Rubner. — Die Beziehungen der atmosphärschen Feuchtigkeit zur Wasserdampfagabe. *Arch. f. Hyg.*, 1890, XI, 137.
- *262. Rye. — Roger's essay on epidemic diseases. Dublin, 1734.
(Cité par WEYRICH.)
263. Sabrazès (J.). — Sueurs d'urée. *Clinique et Laboratoire*, n° 2, 20 févr. 1926.
264. Saiki (A. K.), Olmanson (G.) et Talbert (G. A.). — Simultaneous study of the constituents of the sweat, urine and blood, also gastric acidity and other manifestations resulting from sweating. IX. Uric and lactic acids. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1932, C, 328.
265. Saiki (A. R.) et Talbert (G. A.). — The possibility of lactic acid behing found in the sweat of normal subjects. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1928, LXXXV, 404.
266. Saint-Bogdan. — Cryoscopie de la sueur de l'homme. *Journ. de phys. et de path. gén.*, 1904, VI, 1009.
267. Salter (A.). — Elimination par la peau des toxines bactériennes; présence de la tuberculine dans la sueur des phtisiques. *C. R. Soc. biol.*, 22 janv. 1898, 29.

- *268. **Sanctorius** ou **Santorio**. — a) *Ars de Statica medicina*, 1^{re} éd., Venise, 1614.
b) *Medicina statica*, trad. par Quincy, 2^e éd., Londres, 1720. (Cité par BENEDICT.)
269. **Schade** (H.) et **Marchionini** (A.). — *Der Säuremantel der Haut. Klin. Wochenschr.*, 1928, VII, 12.
- *270. **Schaffer** (H. W.). — *Studies of perspiration : bismuth. Arch. Derm. and Syph.*, 1930, XXII, 624.
- *271. **Shaklee**. — *Philippine Journ. Sc.*, 1917, XII.
- *272. **Scheneck**. — *Med. klin.*, 1926, XXII, 643.
- *273. **Scherstén** (B.). — *Kommt Zitronensäure in Menschenschweissor ? Scand. Arch. f. Physiol.*, 1930, LIX, 92.
- *274. **Schiefferdecker**. — *Arch. Dermat. und Syph.*, 1924, CXXXII, 130.
275. **Schierbeck**. — *Eine Methode zur Bestimmung der Ventilation durch eine Kleidung. Arch. f. Hyg.*, 1893, XVI, 203.
276. **Schneider** (J.). — a) *Quelques considérations cliniques et biologiques tirées de l'étude de la sueur chez l'homme. Presse therm. et clim.*, 1924, LXV, 377.
b) *Recherche dans la sueur humaine de l'acide urique et de l'urée. Rev. méd. de l'Est, Nancy*, 1925, LIII, 12.
- *277. **Schottin**. — a) *De sudore. Dissert.*, Leipzig, 1851.
b) *Arch. f. Physiol. Heilkunde*, 1851, X, 469.
c) *Zeit. f. Physiol. Heilkunde*, XI, 73.
278. **Schulz** (F. N.). — *Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere*, de Carl Oppenheimer, chap. : « Hautdrüsen und Tränen ». Iéna, 1910, Gustav Fischer, édit., t. III, vol. I.
- *279. **Schumann**. — *Ueber das Vorkommen von Kreatinin und Kreatin im menschlichen Schweiss. Z. exp. Med.*, 1931, LXXIX, 145.
- *280. **Schwarzenbach**. — *Schweiz. z. f. Heilk.*, II, 395.
281. **Schwenkenbecher** (A.). — a) *Ueber d. Ausscheid d. Wassers durch d. Haut v. Gesunden und Kranken. Deut. Arch. klin. Med.*, 1903, LXXIX, 29.

- *282. — b) Ueber die Schweissekretion in Krankheiten. *Strassburg med. Ztg.*, 1904, I, 313.
283. — c) Die insensible Schweissabsonderung. *Klin. Wochenschr.*, 1925, IV, 202.
- *284. — d) Verb. *deutsch. Congr. inn. Med.*, 1926, p. 300. (Cité par VASTI.)
285. **Schwenkenbecher** (A.) et **Inagaki**. — a) Ueber den Wasserwechsel des fiebern den Menschen. *Arch. f. exp. Path. und Pharm.*, 1906, LIV, 168.
- b) Ueber den Wassegehalt der gewebe bei Infektionkrankheiten. *Arch. f. exp. Path. und Pharm.*, 1906, LV, 203.
286. **Schwenkenbecher** et **Spitta**. — Ueber d. Ausscheid. v. Kochsalz und Stictoff durch. der Haut. *Arch. exp. Path. und Pharm.*, 1907, LVI, 284.
- *287. **Serra**. — Composition of human sweat under normal and pathological conditions. *Morgagni*, 1932, LXXIV, 362.
288. **Silvers** (S.), **Forster** (W.) et **Talbert** (G. A.). — Simultaneous study of the constituents of the sweat, urine and blood, also gastric acidity, and other manifestations resulting from the sweating. VI. Sugar. *Amer. Journ. of Phys.*, 1928, LXXXIV, 577.
- *289. **Smith** (F.). — Note on the composition of the sweat of the Horse. *Journ. of Phys.*, 1890, XI, 497.
290. **Snapper** (L.) et **Grunbaum** (A.). — a) *Nederl. Tijdschr. v. Geneesk.*, 1928, II, 2419.
- b) Ueber den Milchsäurestoffwechsel beim Sport. *Deut. med. Wochenschr.*, 1928, LIV, 1494.
- c) Milchsäureausscheidung bei Sport. *Deut. med. Wochenschr.*, 1929, LV, 181.
- d) Ueber die Milchsäureausscheidung im Harn und Schweiss während Fussballwettkämpfen. *Bioch. Z.*, 1929, CCVI, 208, 212 et 339.
291. **Spitta** (O.). — Ueber die Grösse der Hautausscheidungen und der Hautquellung im warmen Bade. *Arch. f. Hyg.*, 1899, XXXVI, 45.

- *292. **Strasser** (A.). — a) Ueber den Schweiss und das Schwitzen. *Z. f. phys. und diätet. Therap.*, 1914, XV, 18, 129 et 214.
b) *Therap. d. Gegenv.*, 1930, LXXI, 13.
- *293. **Straus**. — *Rev. gén. des rev.*, Hayem, 1880. (D'après FRANCK.)
294. **Strauss**. — *Deut. med. Wochenschr.*, t. XXX. (D'après KITTSTEINER.)
- *295. **Strauss** (H.). — a) Ueber die molekuläre Concentration der Schweisses. *Fortschr.*, 1901, XIX, 549.
b) D. chronischen Nierenentzünd. in ihrer Einwirk. a. d. Blütflussigk. und deren Behandl. Berlin, 1902, Hirschwald, édit., p. 152. (D'après SCHULZ.)
296. **Straus** (I.). — Contributions à la physiologie des sueurs locales. *C. R. Ac. sc.*, 1879, LXXXIX, 53.
- *297. **Storck** (J. A.). — Blue sweat (indicanhydrosis). *N.-Or. M. and Sc. J.*, 1909, LXII, 116.
298. **Sutton et Sutton**. — Introduction to Dermatology. Saint-Louis, 1932.
299. **Tachau** (H.). — Ueber den Uebergang von Arzneimitteln in den Schweiss. *Arch. f. exp. Path. und Pharm.*, 1911, LXVI, 334.
300. **Talbert** (G. A.). — a) Changes in hydrogen-ion concentration in the sweat and urine following exercise or heat. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1919, XLIX, 127.
301. — b) Effect of work and heat on the Hydrogen-ion concentration of the sweat. *Amer. Journ. of Phys.*, 1919, L, 433.
302. — c) Some variations noted in the ash of the sweat. *Amer. Journ. of Phys.*, 1922, LIX, 454.
303. — d) Further studies on the Hydrogen-ion concentration of human sweat. *Am. Journ. of Phys.*, 1922, LXI, 493.
304. — e) The ash of human sweat produced by heat and work. *Amer. Journ. of Phys.*, 1923, LXIII, 350.

305. — f) Simultaneous study of the constituents of the sweat, urine and blood, also gastric acidity and other manifestations resulting from sweating : blood changes. *Amer. Journ. of Phys.*, 1931, XCVII, 926.
306. **Talbert** (G. A.), **Finkle** (J. R.) et **Katsuki** (S. S.). — a) Id., III. Urea. *Amer. Journ. of Phys.*, 1927, LXXXII, 153.
307. — b) Id., IV. Azote ammoniacal. *Amer. Journ. of Phys.*, 1927, LXXXII, 639.
308. **Talbert** (G. A.), **Harris** (E.), **Finkle** (J. R.) et **Silvers** (S. S.). — A simultaneous study of the chlorids and protein nitrogen constituents of the sweat, urine and blood, as affected by heat and work. *Amer. Journ. of Phys.*, 1925, LXVI, 185.
309. **Talbert** (G. A.) et **Haugen** (C.). — a) Constancy of amino-acids in the sweat of normal individuals. *Amer. Journ. of Phys.*, 1927, LXXXI, 510.
310. — Simultaneous study of the constituents of the sweat, urine and blood, also gastric acidity and other manifestations resulting from sweating. I. Chlorids. *Amer. Journ. Phys.*, 1927, LXXXI, 74.
311. **Talbert** (G. A.), **Haugen** (C.), **Carpenter** (R.) et **Bryant** (J. E.). — Id. X. Basic metals. *Amer. Journ. of Phys.*, 1933, CIV, 441.
312. **Talbert** (G. A.) et **Silvers** (S. H.). — Constancy of sugar in the sweat of a normal individual. *Amer. Journ. of Phys.*, 1927, LXXXI, 509.
313. **Talberg** (G. A.), **Silvers** (S. H.) et **Johnson** (W.). — Simultaneous study of the constituents of the sweat, urine and blood, also gastric acidity and other manifestations resulting from sweating. II. Total nitrogen of sweat and urine; total non protein nitrogen of blood. *Amer. Journ. of Phys.*, 1927, LXXXI, 81.
314. **Talbert** (G. A.), **Stinchfield** (F.) et **Staff** (H.). — The secretion of phosphorus and sulphur in the sweat. *Amer. Journ. of Phys.*, 1933, CV, 94.
315. **Tangl** (F.). — Der Stoff- und Energieumsatz eines Künstlich ernährten Säuglings. *Pfl. Arch.*, 1904, CIV, 483.

- *316. **Tardieu.** — *Arch. gén. de méd.*, 1841, X. (D'après MONTREUL.)
317. **Tarlo** (R. S.) et **Olerskaja** (N. N.). — *Zentr. f. Gynäk.*, 1930, LIV, 797.
- *318. **Tarugi** (B.) et **Tomassinelli** (G.). — Costanti fisico-chimiche del sudore dell' uomo ottenuto col bagno di luce. *Arch. di Fisiol.*, 1908, V, 581.
- *319. **Tereg** (J.). — D. Schweiss in *Ellenberger's Vgl. Phys. d. Haussäugetiere*, 1890, vol. I, p. 459. (D'après SCHULZ.)
320. **Theis** (R. C.) et **Benedict** (S. R.). — The determination of phenols in the blood. *Journ. of Biol. Chem.*, 1924, LXI, 67.
321. **Thénard.** — *Traité de chimie élémentaire théorique et pratique*, 1836. T. V, 5^e éd., p. 163 et suiv.
- *322. **Thierfelder.** — *Physiol. und pathol. Chem.*, 1924, LXXXIV. (D'après SNAPPER et GRUNBAUM.)
323. **Thomas** (P.). — *Cours de chimie biologique*. Paris, Presses universitaires, 1929, t. II, p. 291.
324. **Tichborne.** — *Med. Wochenschr.*, 1888, CVI. (D'après MOSHER.)
- *325. **Tieren** et **Stapf.** — *Arch. f. Anat. und Physiol.*, 1879.
- *326. **Totta** (M.). — Un caso de suor azul. *Arch. Rio Grande de Med.*, 1920, I, 47.
327. **Tourton** (J.). — Sur la réaction de la sueur. Thèse Lyon, 1879, 1^{re} série, n° 24.
328. **Trumpy** (D.) et **Luchsinger** (B.). — Besitzt norm. menschl. Schweiss saure Reaktion? *Pfl. Archiv*, 1878, XVIII, 474.
329. **Tuteur** (R.). — Ueber Kochsalzstoffwechsel und Kochsalzwirkung beim gesunden Menschen. *Z. f. biol.*, 1910, LIII, 361.
330. **Unna** (P. G.). — a) Ueber die insensible Perspiration der Haut. *Deut. Med. Zeit.*, 1890, XI, 809.
b) *Biochemie der Haut* (1913).
- *331. **Usher** (B.). — Bactericidal proprieties of human sweat. *Arch. Dermat. and Syph.*, 1929, XX, 665.

- *332. **Usher** (B.) et **Rabinovitch** (I. M.). — Excretion of sugar in sweat; its relationship to eczema. *Arch. Dermat. and Syph.*, 1927, XVI, 706.
333. **Van Slyke** (D. D.). — On the measurement of buffer values and the relationship of buffer values to the dissociation constant of the buffer and the concentration on reaction of the buffer solution. *Journ. of Biol. Chem.*, 1922, LII, 525.
334. **Vasti** (A.). — The insensible water loss through the skin. *Amer. Journ. of Phys.*, 1932, CII, 60.
- *335. **Viale** (A.). — a) *Archivio ital. di Biologia*, 1913, LIX, 269.
b) *Ibid.*, 1915, LXIII, 321.
- *336. **Villermann**. — a) Ueber d. Ausscheid. d. Jods im Schweiss. *Z. exp. Path.*, 1905, I, 189. (D'après SCHULZ.)
b) Ueber d. Ausscheid. d. Joda im Schweiss und Harn. *Z. exp. Path.*, 1905, I, 686.
337. **Voit**. — *Arch. f. exp. Path. und Pharm.*, 1926, CXVI, 321.
338. **Vulpian** (A.). — Recherches montrant que la sueur des pulpes digitales est alcaline chez le chien comme chez le chat. *C. R. Soc. biol.*, 1897, XXXI, 189.
- *339. **Weyrich**. — a) Die unmerkliche Wasserausdünstung der menschlichen Haut. Leipzig, 1862. (Cité par VASTI.)
b) *Constatt's Jahresb.*, 1862.
340. **Whitehouse** (A. G. R.). — a) *Journ. of Biol. Chem.*, 1920, XLV, 449.
b) Further investigations of sweating and sweat. *Proc. Roy. Soc., London, série B*, 1931, CVIII, 326.
341. **Willbrand** (F.). — Schweissabsonderung und Blutzusammensetzung. *Bioch. Z.*, 1921, CXVIII, 61.
342. **Williams** (R. J.). — An introduction to Biochemistry. Londres, 1931.
343. **Wurtz** (A.). — Dictionnaire de chimie, chap. : « Sueur. »
-

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION	9
CHAPITRE I, — Aperçu historique	11
— II. — La sueur : obtention, conservation.....	19
— III. — Réaction-Acidité	29
— IV. — Caractères généraux	50
— V. — Eléments minéraux	56
— VI. — Eléments azotés,	63
— VII. — Eléments carbonés	77
— VIII. — Variations physiologiques de la sueur normale....	88
— IX. — Les sueurs pathologiques	100
— X. — Aperçu sur le rôle physiologique de la sudation ..	107
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES	115
BIBLIOGRAPHIE	123

